

**Beiträge zur Kenntniss .**  
der  
**Gabbro- und Serpentinegesteine**  
**von Nord-Syrien.**

---

**Inaugural-Dissertation**  
zur  
**Erlangung der Doctorwürde**  
der  
hohen philosophischen Fakultät  
der  
**Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen**

vorgelegt  
von  
**Ludwig Finckh**  
aus Stuttgart.

---

Mit 1 Tafel.

---

Tag der mündlichen Prüfung: 24. November 1897.

**Berlin.**  
Druck von J. F. Starcke.  
1898.



Beiträge zur Kenntnis  
der  
Gabbro- und Serpentinesteine  
von Nord-Syrien.

Inaugural-Dissertation

Erlangung der Doctorwürde

(Abdruck a. d. Zeitschr. d. Deutsch. geolog. Gesellschaft, Jahrg. 1898.)

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen



Mit 1 Tafel

Für die Bibliothek Erlangen 24. November 1898

Berlin.

Verlag von J. F. Starcke

1898



### Literatur-Verzeichniss.

1. W. AINSWORTH, Researches in Assyria, Babylonia and Chaldaea, 1838.
2. FR. BECKE, Gesteine von Griechenland. TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth., I, 1878, p. 459, 469.
3. A. BERGEAT, Zur Geologie der massigen Gesteine der Insel Cypren. Ibid., XII, 1892, p. 289.
4. W. BERGT, Beiträge zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Martha und der Sierra de Perija in Columbia. Ibid., X, 1889, p. 355.
5. M. BLANCKENHORN, Grundzüge der Geologie und physikalischen Geographie von Nord-Syrien; darin besonders: Tagebuch einer geologischen Studienreise in Nord-Syrien, 1891.
6. — Die Structurlinien Syriens und des Rothen Meeres. v. RICHTHOFEN-Festschrift, 1893.
7. — Die Entwicklung des Kreidesystems in Mittel- und Nord-Syrien. Cassel 1890.
8. — Das Eocän in Syrien. Diese Zeitschr., 1890, p. 318.
9. — Das marine Miocän in Syrien. Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Cl., LVII, 1890.
10. — Das marine Pliocän in Syrien. Sitz.-Ber. d. Physik.-Medic. Societät, Erlangen, 24. Heft, 1891.
11. T. G. BONNEY, On some ligurian and tuscan serpentines. Geol. Mag., (2), VI, 1879, p. 362.
12. R. BRAUNS, Studien über den Paläopikrit von Amelose bei Biedenkopf und dessen Umwandlungsprodukte. N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. V, 1887, p. 275.
13. A. BREITHAUPT, (HARTMANN's Berg- u. Hüttenmännische Zeitung, 1853, p. 404). N. Jahrb. f. Min., 1854, p. 181.
14. C. CAPACCI, La formazione ofiolitica del Monteferrato presso Prato (Toscana). Boll. R. Com. Geol. d'Italia, 1881, 7—8, p. 275.
15. CLARKE und SCHNEIDER. Zeitschr. f. Krystallogr., 1890, p. 390.
16. ALFONSO COSSA, Sulla massa serpentinoso di Monteferrato (Prato). Boll. R. Com. geol. d'Italia, 1881, 5—6, p. 240.
17. DAUBRÉE, Comptes rendus, LXII, 1866, p. 660.
18. BR. DOSS, Die Lamprophyre und Melaphyre des Plauenschen Grundes. TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth., XI, 1890, p. 67.



19. H. B. FOULLON, Ueber Gesteine und Minerale von der Insel Rhodus. Sitz.-Ber. k. Akad. Wien, Math.-nat. Classe, 1891, p. 149.
20. R. B. HARE, Die Serpentinmasse von Reichenstein und die darin vorkommenden Mineralien. 1879.
21. S. HAUGHTON, On serpentines and soapstones. Philos. Mag., London, X, 1855, p. 253.
22. ISSEL, Il terremoto del 1887 in Liguria. Supplemento al: Boll. R. Com. geol. d'Italia, 1887. — (cf. s. MAZZUOLI.)
23. KALKOWSKY, Elemente der Lithologie. 1886.
24. A. KENNGOTT, a. Eine neue Species der Serpentinsteatite. (Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturw. Cl., XVI, p. 170 ff.) N. Jahrb. f. Min., 1857, p. 437. b. Pseudophit. N. Jahrb. f. Min., 1869, p. 343.
25. J. LEHMANN, Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinen Schiefergesteine. 1884.
26. K. A. LOSSEN, Studien an metamorphischen Eruptiv- und Sedimentgesteinen. Jahrb. kgl. preuss. geol. L.-A., 1884, p. 525.
27. B. LOTTI, Contribuzione allo studio delle serpentine italiane e della loro origine. Boll. R. Com. Geol. d'Italia, 1883, p. 281.
28. — Descrizione geologica dell' isola d'Elba. 1886.
29. — Lherzolithe die Rocca di Sillano e dei Monti Livornesi. Boll. R. Com. Geol. d'Italia, XVIII, 1887, p. 136.
30. MAZZUOLI ed ISSEL, Relazione degli studi fatti per un rilievo delle masse ofiolit. nella riviera di Levante (Liguria). Ibid., XII, 1881, p. 313.
31. L. MAZZUOLI, Nota sulle formazioni ofiolitiche della valle del Penna nel-l'Appennino. Ibid., XV, 1884, p. 394.
32. K. OEBBECKE, Beitrag zur Kenntniss des Paläopikrits und seiner Umwandlungsprodukte. 1877.
33. ROMBERG, Gabbrodiorit von Argentinien. N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. IX, 1894—95, p. 275.
34. G. ROSE, Bildung des Serpentin. POGGENDORFF's Annalen, LXXXII, 1851, p. 511.
35. H. ROSENBUSCH, I. Mikroskopische Physiographie der petrwichtigen Mineralien, 1892. — II. Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, 1896.
36. JUST. ROTH, Allgemeine und chemische Geologie, 1887.
37. JOS. RUSSEGER, Reisen in Europa, Asien und Afrika in den Jahren 1838—1841. I, 1841.
38. A. SAUER, Rutil als mikroskopischer Gesteinsgemengtheil. N. Jahrb. f. Min., 1879, p. 569.
39. TRIPPKE, Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Basalte und ihrer Mineralien. Diese Zeitschr., 1878, p. 145.
40. C. VIOLA, Sulla regione dei gabbri e delle serpentine nell' alta valle del Sinni in Basilicata. Boll. R. Com. Geol. d'Italia, 1892, p. 105.
41. WEIGAND, Serpentine der Vogesen. TSCHERMAK's Min. u. petr. Mitth., V (a. Folge), 1875, p. 183.
42. WEINSCHENK, Zur Kenntniss der Entstehung der Gesteine und Minerallagerstätten der östlichen Centralalpen. N. Jahrb. f. Min., 1895, I, p. 221.



43. WEINSCHENK, Beiträge zur Petrographie der östlichen Centralalpen, speciell des Grossvenedigerstocks, I. Abh. kgl. bayr. Akad. d. Wiss., II. Cl., XVIII, (3), 1894, p. 655.
44. v WERWECHE, Eigenthümliche Zwillingsbildungen an Feldspath und Diallag. N. Jahrb. f. Min., 1883, II, p. 97.
45. G. H. WILLIAMS, The gabbros and associated hornblende rocks in the neighbourhood of Baltimore. Bull. U. St. Geol. Survey, No. 28, 1886.
46. — The Geology of Baltimore and its vicinity. Guide to Baltimore with account of the geology and its environs and three maps. Americ. Instit. of Mining engineers, Baltimore Meeting, Febr. 1892.
47. — The non feldspathic intrusive rocks of Maryland and the course of their alteration. Americ. Geolog., July 1890.
48. — The gabbros and diorites of the Cortlandt Series on the Hudson river near Peakskill, New York. Amer. Journ. of science, XXXV, 1888.
49. F. ZIRKEL, Lehrbuch der Petrographie, 2. Aufl., 1894.

### Einleitung.

Schon in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts wurde durch die Reiseberichte von WILLIAM AINSWORTH und JOSEPH RUSSEGGER bekannt, dass Serpentine und Gabbrogesteine in Nord-Syrien eine nicht unbedeutende Rolle spielen. In neuerer Zeit fanden diese Mittheilungen Bestätigung durch die Ergebnisse der Reise, welche M. BLANCKENHORN im Frühjahr 1888 nach Syrien zum Zwecke geologischer Studien unternommen hat.

Da, abgesehen von den Notizen, welche AINSWORTH (1), RUSSEGGER (37) und BLANCKENHORN (5—10) über die makroskopische Beschaffenheit dieser Gesteine und ihr geologisches Vorkommen gegeben haben, sowie einer Bemerkung J. ROTH's (36, II, p. 540) über die mikroskopische Structur eines aus der Gegend von Antiochia stammenden Serpentin und einer von S. HAUGHTON (21, p. 253) veröffentlichten chemischen Analyse eines nordsyrischen Serpentin von unbekanntem Fundort, nichts über die chemische und mineralogische Zusammensetzung dieser Gesteine, beziehungsweise deren Ursprung berichtet ist, so habe ich gern die Gelegenheit ergriffen, das mir von Herrn BLANCKENHORN freundlichst zur Verfügung gestellte Material einer eingehenderen Untersuchung zu unterziehen.

### Geologischer Theil.

Das Gebiet, in welchem die von mir untersuchten Gesteine auftreten, umfasst die Küstenstriche im westlichen Theile Nord-Syriens, welche sich im Norden der Bucht von Dschebele bei 35° 25' nördl. Br. zunächst zwischen dem Mittellän-



dischen Meere und dem mittleren Orontesthale oder Nahr el-'Asī ausdehnen. Weiter nach Norden wird die östliche Grenze durch den Lauf des Nahr 'Afrīn gebildet, des grössten von NO. kommenden Nebenflusses des Orontes, der vor seiner Einmündung in letzteren in der Tiefebene el-'Amḵ noch den grossen See von Antiochia oder Aḵ Deñiz durchströmt.

Dieser Bezirk lässt sich in mehrere Gebirgszüge gliedern, welche durch Niederungen von einander getrennt sind. Im Norden der Ebene von Lādḵīje erhebt sich das Casiusgebirge, dessen Culminationspunkt, der Dschebel Aḵra', eine Höhe von 1767 m ü. d. M. erreicht. An das Casiusgebirge schliesst sich im O. der Dschebel el-Kusēr, ein einförmiges Tafelland, an, als Verbindungsglied zwischen jenem und dem Dschebel el-'Ansērīje oder Nūsairiergebirge im S. des Dschebel el-Kusēr. Nördlich vom unteren Orontesthale bildet das Amanusgebirge, wie BLANCKENHORN sagt, das Gegenstück zu dem Casius. Im NO. zwischen den Oberläufen des Kara Su und des Nahr 'Afrīn, den beiden Hauptzuflüssen des Sees von Antiochia, erheben sich in der Verlängerung der Casiuslinie die Parallelzüge des Kardalar Dagħ oder des Kurdengebirges im engeren Sinne und des Sarikajagebirges. Es sind dies die westlichen Theile eines grösseren Gebirgscomplexes, welcher sich vom Kara Su bis zum Euphrat erstreckt und der in seiner Gesammtheit von BLANCKENHORN mit dem Namen Kurdengebirge bezeichnet wird. Die breite Thalebene des erwähnten Kara Su und deren südliche Fortsetzung, die sumpfige Niederung el-'Amḵ mit dem Aḵ Deñiz, trennt das Kurdengebirge von dem grossen zusammenhängenden Küstengebirge im Westen, dem Amanus Mons der Alten, der aus dem nordöstlicheren Giaur Dagħ und dem südwestlichen Dschebel el-'Ahmar besteht.

Die sedimentären Schichten, welche im Wesentlichen an dem Aufbau unseres derartig gegliederten Gebietes betheiligt sind, gehören mit Ausnahme der paläozoischen Schichten des Giaur Dagħ der Kreide- und der Tertiär-Formation an. Die Basis bilden überall obercretaceische, dem Senon und vielleicht dem Turon angehörige Kalke, welche in grösseren Complexen im Casius, Amanus und im östlichen Kurdengebirge zu Tage treten, während sie sonst unter mächtigen Tertiär-Ablagerungen verborgen und nur gelegentlich in Thälern angeschnitten sind.

Neben diesen Sedimentgesteinen sind nordwestlich einer von dem Küstenort Dschebele nach Aintāb zu ziehenden Linie, welche den Orontes unterhalb Dērkusch im schiefen Winkel schneidet, Gabbros und Serpentine von grosser Bedeutung; sie durchbrechen die Kalke und Mergel stockförmig oder erscheinen deckenförmig zwischen- oder aufgelagert.



Betrachten wir das in dieser Weise zusammengesetzte Gebiet in Bezug auf seine Entstehung, so ergeben sich nach BLANCKENHORN folgende Thatsachen. Wo eocäne Schichten mit cretaceischen vorkommen, liegen sie letzteren im Allgemeinen concordant auf. Eine bestimmte Grenze zwischen beiden ist nicht ausgeprägt, die Sedimentation scheint keine Unterbrechung erlitten zu haben. Das trifft z. B. für die östlichen Theile von Nord-Syrien zu. Nur im nördlichen Nusairiergebirge unweit Bedāma ist das Eocän deutlich discordant über den Kreideschichten gelagert, woraus hervorgeht, dass hier gegen Anfang des Eocän eine Unterbrechung im Absatze der Sedimente stattgefunden; diese Discordanz bedeutet zugleich eine Transgression des Eocän-Meeres. Da eocäne Ablagerungen im Casius und im Amanus vollständig fehlen, so schliesst BLANCKENHORN, dass diese beiden Gebirge, welche damals vermutlich noch in ununterbrochenem Zusammenhang standen, sich schon gegen Beginn der Eocän-Epoche aus dem Meere erhoben und aus dem Eocän-Meere als Inseln aufgeragt haben.

Die Kreide-Schichten des Amanus und Casius, sowie im Kurdengebirge die mit ihnen verknüpften Eocän-Schichten zeigen schwache Faltungen. BLANCKENHORN betrachtet deshalb diese Gebirge als Parallelzüge des Taurusgebirgssystems. Mit dieser Auffaltung steht wohl auch die erwähnte Discordanz zwischen Kreide und Eocän bei Bedāma in engster Beziehung.

Grosse Einbrüche, welche, wie die in pliocäner Zeit erfolgten, auf die heutige Gestalt der nordsyrischen Gebirge einen bedeutenden Einfluss hätten ausüben können, haben nach BLANCKENHORN in vorpliocäner Zeit nicht stattgefunden. Geringfügigere Dislocationen der cretaceischen Schichten im Casius, sowie der Eocän-Schichten im Kurdengebirge, welche stets in der Nähe der Serpentinstöcke beobachtet wurden, stehen wohl mit dem Aufleben der vulcanischen Thätigkeit, welcher die Serpentine ihr Dasein verdanken, in Verbindung.

Der Umstand, dass zwischen den Eocän-Schichten und den jüngeren marinen Miocän-Schichten Sedimente völlig fehlen, spricht dafür, dass im Oligocän eine relative Erhebung des Landes, bez. ein Rückzug des Meeres stattfand. Erst mit dem Ober-Miocän drang das Meer über die zwischen den Faltenzügen des Amanus und Casius zuerst als breite Mulde vorgebildete Einsenkung an dem heutigen unteren Orontesthale wieder tief in das Innere des Landes ein und bildete eine grosse verzweigte Bucht, welche sich bis in die Gegend von Aleppo erstreckte. Zweige dieser Bucht bedeckten das heutige Plateau el-Kusēr und das Thal des Kara Su. Von pliocänen Schichten scheint Unter-Pliocän (Congerien-Schichten) nicht zur



Ablagerung gelangt zu sein. Dagegen treten marine Mittel-Pliocän-Schichten (III. Mediterranstufe) im Nahr el-Kebīrbecken sowie im unteren Orontesthale auf. Auch am Westabfall des Amanus bei Alexandrette ist das Vorhandensein dergleichen Schichten wahrscheinlich. Marines Ober-Pliocän (IV. Mediterranstufe) findet sich dagegen nur nördlich der Orontesmündung, am Westfusse des Dschebel Mūsa, wo sie bei Seleucia Pieria die Miocän-Schichten discordant überlagern. In der Pliocänzeit wiederholten sich also die Schwankungen des Meeresspiegels, indem bei ihrem Beginn mit Sicherheit ein Zurückweichen des Meeres anzunehmen ist, dem dann bald wieder eine allerdings beschränkte Transgression folgte.

Hand in Hand mit diesen mehr allgemeinen Niveau-Verschiebungen vollzogen sich auch Bodenbewegungen mehr localer Art, Verwerfungen, die freilich in Syrien in ganz ungewöhnlichem Maasse eine Rolle spielten. Dem grossartigen zusammenhängenden Netze von Brüchen, das die syrischen Küstengebirge vom äussersten Süden bis zum Taurus überzieht, verdankt das Land im Wesentlichen sein heutiges Relief.

Am Nordfusse des Dschebel el-Kusēr und des Casius sowie im Süden des Amanus beobachtete BLANCKENHORN Verwerfungen, welche die Miocän-Schichten mit betroffen haben, die Pliocän-Schichten aber nicht. Auch zwischen Casius und Nusairiergebirge fand er am Wege von Lādķīje nach Dschisr esch-Schurr die Kreide-Kalke und die sie überlagernden Eocän-Schichten verworfen, die mittelpliocänen Ablagerungen noch ungestört und schliesst daraus, dass hier Brüche in altpliocäner Zeit stattgefunden haben, ferner, dass infolge dieser Spaltenbildung die schon vorhandenen Senken zwischen Amanus und Casius, sowie zwischen letzterem und dem Nusairiergebirge erweitert worden sind, wodurch das Vordringen des dritten Mediterran-Meeres erleichtert wurde.

War das Relief der Küstenlandschaft im Norden der Dschebelebucht zum Theil durch dem Alter nach etwa unterpliocäne Einbrüche, die verschiedene Richtungen, vorwiegend aber eine solche von SO. nach NW. innehalten, bedingt, so zeigt sich in den östlichen Regionen ein zusammenhängendes System noch jüngerer Dislocationen von ziemlich gleichem, meridionalen Verlauf. Der Dschebel el-'Ansērīje und der östlichere Dschebel el-A'lā erscheinen ähnlich dem Libanon und dem Antilibanon in Mittel-Syrien als Horste. Der zwischen ihnen gelegene Mittellauf des Orontes ist ein grosser Grabenbruch. Da bei Dschisr esch-Schurr auf dem linken Orontesufer auch die dort anstehenden pliocänen Süsswasserkalke von meridional verlaufenden Verwerfungen be-

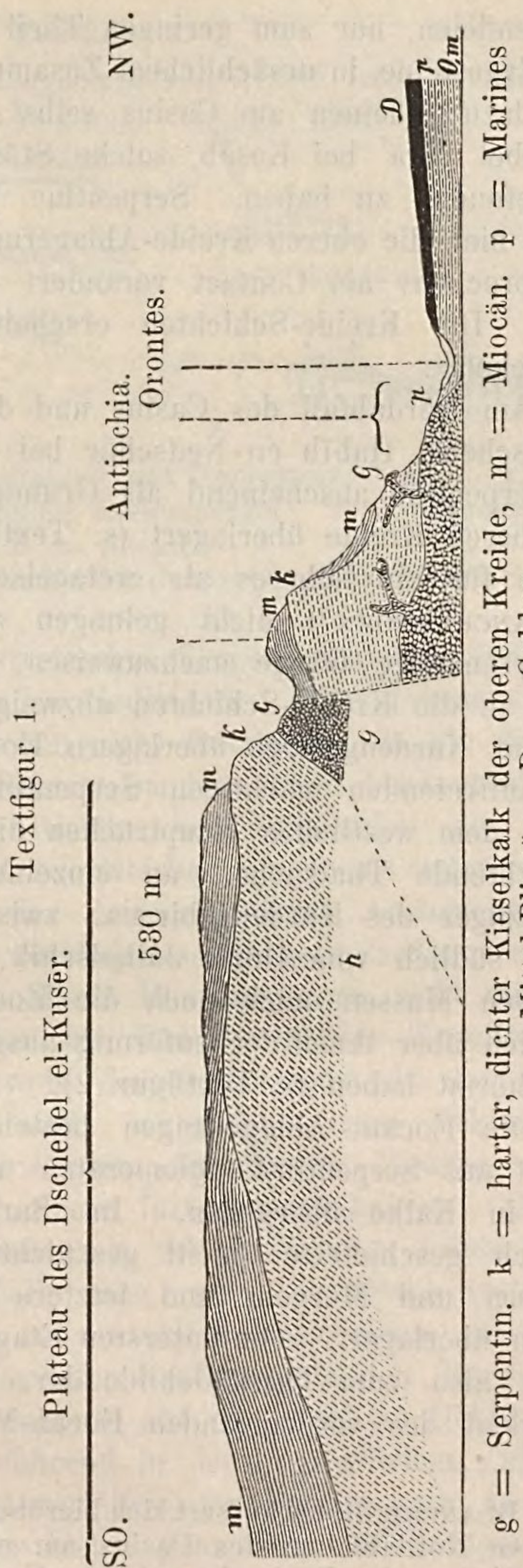


troffen sind, so schliesst BLANCKENHORN, dass dieses meridionale Bruchsystem erst gegen Ende der Pliocän-Periode entstanden ist.

Betrachten wir nun, unter welchen Verhältnissen die uns hier interessierenden Serpentine und Gabbros sich in die in beschriebener Weise gestörten Schichtencomplexe einfügen, so fällt zunächst auf, dass dieselben, abgesehen von einem Vorkommnisse in der Ebene von Antiochia, nur mit vormiocänen Schichten verknüpft sind. Nirgends spricht ihre Lagerung dafür, dass die Eruption der Muttergesteine jener Serpentine mit den grossen Brüchen der Pliocänzeit in Verbindung zu bringen sei.

Im dem „südlichen Vorland des Casius am Unterlauf des Nahr el-Kebīr“ bei Lādķīje sind jedenfalls die dortigen marinen Pliocän-Schichten von den Eruptionen nicht mehr betroffen. Im Gegenteil enthalten die Conglomerate des Pliocän Gerölle aller vorkom-

menden Serpentine und sonstiger Grünsteine. „Die Eruption der letzteren dürfte im Wesentlichen noch vor Ablagerung des Nummulitenkalkes jener Gegend, der wohl einer höheren Etage des Eocän angehört, erfolgt sein.“ Gleichwohl sollen nach BLANCKENHORN die Störungen des Kreidegebirges, welche zeitlich mit denen des überliegenden mit davon betroffenen Eocän zu-





sammenfielen, nur zum geringen Theil mit den Durchbrüchen der Eruptivgesteine in ursächlichem Zusammenhang stehen. Im Gegensatz dazu scheinen am Casius selbst, nämlich am Südfusse des Dschebel Akra<sup>1</sup> bei Kesāb, solche Störungen in erhöhtem Maasse stattgefunden zu haben. Serpentine bezw. deren Muttergesteine haben hier die oberen Kreide-Ablagerungen stock- oder gangförmig durchbrochen, am Contact verändert und in ihrer Lagerung gestört. Die Kreide-Schichten erscheinen dort „ausserordentlich zerstückelt“.

Am Nordabfall des Casius und des Dschebel Kusēr, speciell am Dschebel Habīb en-Nedschār bei der Stadt Antiochia werden die Serpentine anscheinend als Grundgebirge von den Sedimenten der oberen Kreide überlagert (s. Textfigur 1). Dieser Umstand könnte für ein höheres als cretaceisches Alter sprechen, wenn es BLANCKENHORN<sup>1)</sup> nicht gelungen wäre, an einzelnen Stellen apophysenartige Gänge nachzuweisen, welche von der Serpentinmasse in die Kreide-Schichten abzweigen.

Im Kurdengebirge überlagern Eocän-Gebilde unmittelbar die dort auftretenden mächtigen Serpentinmassen, eine im Kardalar Dagħ, dem westlichen Hauptrücken dieses Gebirges, allgemein zu beobachtende Thatsache; an einzelnen Stellen eines östlichen Höhenzuges des Kurdengebirges, zwischen den Quellflüssen des Afrīn südlich vom Dorfe Jailadschik, aber zeigt sich, dass die eruptiven Massen auch noch die Eocän-Schichten durchbrochen und sich über ihnen deckenförmig ausgebreitet oder kuppenförmig aufgethürmt haben (s. Textfigur 2).

Die Eocän - Ablagerungen bestehen im Kardalar Dagħ zu unterst aus Serpentin-Conglomeraten und -Breccien, welche nach oben in Kalke übergehen. Im Sarikajagebirge ist der oberflächlich geschieferte (nicht geschichtete!) Serpentin von Thonschiefern und Mergeln und letztere wieder von kalkigen Sedimenten überlagert. Die untersten Etagen der Eocän-Ablagerungen stellen also zum Theil Gebilde dar, welche auf die abradirende Thätigkeit des vordringenden Eocän-Meeres zurückzuführen sind.

---

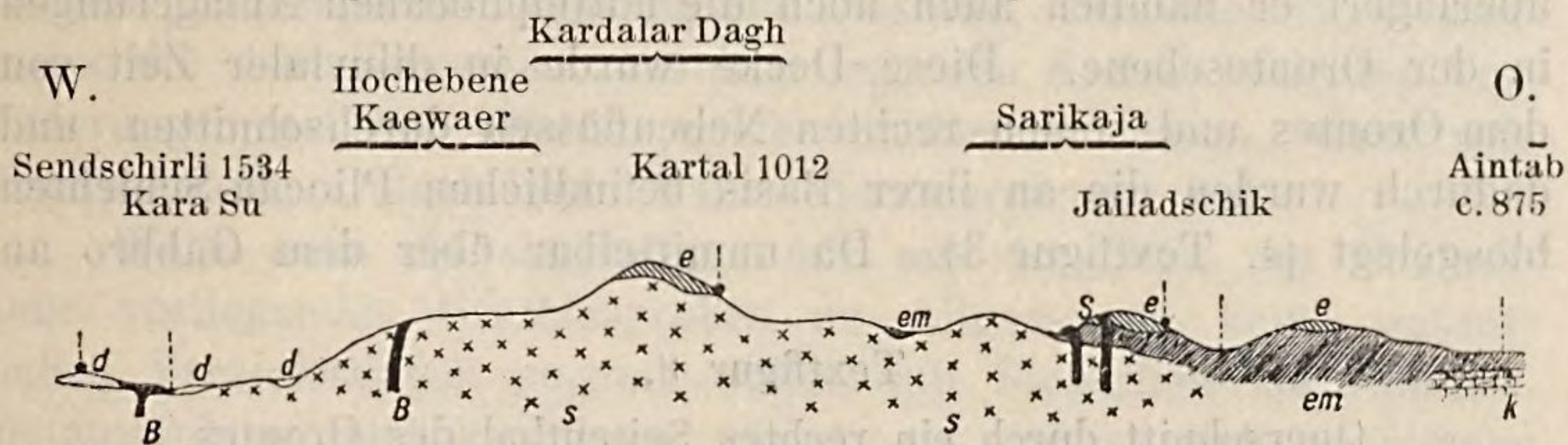
<sup>1)</sup> BLANCKENHORN äussert sich hierüber in folgender Weise (6, p. 59): „An den Nordabfällen des Casius am unteren Orontes (linkes Ufer) liegen sie an der Basis der oberen Kreide-Schichten, scheinen aber doch erst in postcretaceischer Zeit gelegentlich der Emporhebung des Gebirges in diese Lage gekommen zu sein, zumal von diesem Grundgebirge aus Gänge und Stöcke desselben Gesteins in das Hangende abgehen und die Kalke hier am Contact metamorphosirt haben.“ Somit sind die Serpentine am Nordfusse des Casius und des Dschebel Kusēr jünger als die sie überlagernden oberen Kreide-Schichten und erweisen sich als Intrusivmassen, die vielleicht in Form von Lakolithen zwischen die Kreide-Schichten eingepresst wurden.



## Textfigur 2.

Querprofil durch das Kurdengebirge von Aintāb nach Sendschirli.

Längenmaassstab 1 : 40000. Länge : Höhe 1 : 5.



a = Diluvium. e = Eocänkalk mit Feuerstein. em = Eocän,  
Bunte Mergel. k = Senone Kreidemergel. s = Serpentine.  
B = Basalt.

Nach BLANCKENHORN, Grundlinien der Geologie von Nord-Syrien.

Die hier lagerförmig auftretenden Serpentinmassen sind somit älter als die sie bedeckenden Sedimente. Eine genauere Altersbestimmung lässt sich indessen nicht feststellen, da die Basis der Serpentine bildenden Schichtcomplexe nicht bekannt sind.

Die Serpentingänge, welche bei Jailadschik die Eocän-Schichten durchsetzen, sind nachweisbar jünger als letztere, aber auch für sie lässt sich der Zeitpunkt ihres Ausbruches nicht genau angeben, da hier überlagernde jüngere Sedimente leider fehlen. Nichtsdestoweniger glaubt BLANCKENHORN wohl mit Recht schliessen zu dürfen, dass die Eruptionen der Gesteine, aus welchen die Serpentine sowohl des Casiuszuges als des Kurdengebirges hervorgegangen sind, entweder gegen Schluss der Kreide-Periode oder zu Beginn der Eocän-Epoche stattgefunden und zum Theil in dieser fortgedauert haben. Die Zeit dieser Ausbrüche fällt somit mit der Auffaltung dieser Gebiete zusammen. Es liegt deshalb nahe, sich die Frage vorzulegen, ob diese Eruptionen auch in ursächlicher Beziehung zu den die Faltung der Schichten bedingenden Kräften gestanden, um so mehr, als diese Serpentine und Gabbros auf das gefaltete Gebiet Nord-Syriens beschränkt sind, während in dem südöstlichen Tafellande und zwar in bedeutend späterer Zeit nur Basalte zum Ausbruche gelangten. Auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen sowie der heutigen Anschauungen über die Ursachen der vulkanischen Thätigkeit ist diese Frage entschieden in bejahendem Sinne zu beantworten.

Lediglich bezüglich des Gabbros<sup>1)</sup> von Antiochia auf dem

<sup>1)</sup> Seiner geographischen Lage nach ist dieses Gabbrovorkommen in das Gebiet des Amanus zu rechnen, indem der Unterlauf des Orontes



rechten Ufer des Orontes ist eine Ausnahme zu machen, denn er ist vor den übrigen Eruptivgebilden durch sein besonders junges Alter ausgezeichnet. In Gestalt einer ausgedehnten Decke überlagert er nämlich auch noch die mittelpliocänen Ablagerungen in der Orontesebene. Diese Decke wurde in diluvialer Zeit von dem Orontes und seinen rechten Nebenflüssen durchschnitten, und dadurch wurden die an ihrer Basis befindlichen Pliocän-Schichten bloßgelegt (s. Textfigur 3). Da unmittelbar über dem Gabbro an

Textfigur 3.

Querschnitt durch ein rechtes Seitenthal des Orontes,  
8 km südwestlich Antākīje (Antiochia).



up = Marines Mittel-Pliocän. d = Diluviales Conglomerat.  
G = Gabbro.

Nach M. BLANCKENHORN, Grundzüge der Geologie von Nord-Syrien.

den Gehängen dieser Thäler noch pleistocäne Schotter folgen, so lässt sich der Zeitpunkt seines Eruptivwerdens mit grosser Sicherheit bestimmen. Die Eruption muss also vor Beginn der Diluvialzeit und nach Ablagerung der mittelpliocänen Schichten erfolgt sein, sie fällt somit zeitlich annähernd mit der Entstehung des meridionalen Bruchsystems, welches die Reliefformen des östlichen Tafellandes bestimmte, zusammen.

### Petrographischer Theil.

Die Lagerungsverhältnisse, unter welchen die Serpentine Nord-Syriens auftreten, erlauben nach BLANCKENHORN nicht, diesen Gesteinen bzw. ihren Primärgesteinen einen anderen als eruptiven Ursprung zuzuschreiben. Es könnte, wie dies bei den italienischen Serpentinmassen (23, p. 231) geschehen, die Ansicht geltend gemacht werden, dass die stockförmig die Kreide-Schichten durchsetzenden Serpentinmassen Glieder archaischer Schichtencomplexe seien, welche von den sie ursprünglich begleitenden krystallinen Schiefern durch Erosion und Denudation befreit wurden, so dass sie also klippenartige Reste des Archaicum darstellen, die später von den Kreide-Schichten umlagert worden seien. Doch scheint mir diese Anschauung in Bezug auf die nordsyrischen Serpentine nicht zu-

die Grenze zwischen diesem Gebirge und dem Casius bildet. Weitere Gesteinsproben liegen mir von dem Amanusgebirge nicht vor, das BLANCKENHORN leider nicht besucht hat



lässig, da weder von BLANCKENHORN noch von den älteren Forschern Spuren von krystallinen Schiefern in Zusammenhang mit den Serpentin nachgewiesen werden konnten. Sodann spricht auch für den jungeruptiven Ursprung der Umstand, dass nach BLANCKENHORN die dem Serpentin zunächst liegenden Kreide-Schichten Veränderungen erlitten haben, welche schliessen lassen, dass sein Urgestein die cretaceischen Kalke metamorphosirt hat.

Wenn auch die spärlichen, mir aus der Nähe der Contactzone vorliegenden Gesteinsproben im Allgemeinen keine wesentlichen Veränderungen zeigen, welche mit Sicherheit auf Contactmetamorphose zurückzuführen wären, so erweist sich wenigstens ein grobkörniger Fassaitfels, welchen BLANCKENHORN in der Nähe eines Serpentineinganges westlich von Jailadschik gefunden, sowohl seiner mineralogischen als chemischen Beschaffenheit nach als ein ohne Zweifel durch Contactwirkung entstandenes Gestein.

Wie die Beobachtungen an Ort und Stelle für den eruptiven Ursprung dieser Serpentine sprechen, so auch in einzelnen Fällen die noch erkennbare Mikrostruktur der betreffenden Primärgesteine, welche auf's deutlichste erkennen lässt, dass diese pyrogener Natur sind.

Die Thatsache, dass in den die Serpentinmassen unmittelbar überlagernden Conglomeraten und Kalken (im Kurdengebirge eocänen, in der Gegend von Lādķīje pliocänen Alters) Gerölle von Gabbrogesteinen von mannichfaltiger Zusammensetzung und in verschiedenen Zersetzungsstadien eine grosse Rolle spielen, ist für die Frage nach dem Ursprung der Serpentine insofern von Bedeutung, als sie auf die Vermuthung führt, dass die Serpentine von basisch zusammengesetzten Gabbrogesteinen, welche bekanntlich einer sehr grossen Variabilität fähig sind, abstammen. Auch auf Grund der chemischen und petrographischen Untersuchung glaube ich mit Sicherheit den Schluss ziehen zu dürfen, dass die Serpentine Nord-Syriens mit eruptiven Gabbrogesteinen und den mit diesen verknüpften Peridotiten in engster genetischer Beziehung stehen.

Die Frage nach der primären oder secundären Natur vieler Serpentin - Vorkommen ist in neuerer Zeit vielfach Gegenstand wissenschaftlicher Discussion gewesen, so dass eine kurze Beleuchtung dieses Gegenstandes und eine Zusammenstellung der darüber geäusserten Anschauungen an dieser Stelle nicht umgangen werden kann. Im Allgemeinen herrscht wohl die Ansicht vor, dass die Serpentine nicht als ursprüngliche, sondern als secundäre Gesteine, welche allerdings aus sehr verschiedenartigen Felsarten hervorgehen können, zu betrachten sind. Trotz dieser Mannichfaltigkeit der Primärgesteine ist indessen der Kreis



derselben doch ein beschränkter, indem nur an Magnesia sehr reiche Mineralgemenge zur Entwicklung des Magnesiahydrosilicats geeignet erscheinen. Die Magnesiasilicate können sowohl die Form des Augits, als auch der Hornblende oder des Olivins haben; im Speciellen wird dann der Verlauf der Umwandlung kleine Differenzen, insbesondere in den Strukturverhältnissen aufweisen. Da nun die Gabbrogesteine, wie schon erwähnt, in besonders hohem Grade eine Mannichfaltigkeit in ihrer Mineralzusammensetzung zeigen, indem bald der Feldspath überwiegt, bald gegen den Augit und den etwa vorhandenen Olivin zurücktritt, ja local ganz verschwindet, so dürften die Gabbros, wo sie in Verbindung mit Serpentine vorkommen, als besonders verdächtig erscheinen, das Urmaterial jener Serpentine gebildet zu haben.

Thatsächlich sind ja solche innigen Beziehungen zwischen Serpentine und Gabbrogesteinen schon seit lange bekannt. G. ROSE<sup>1)</sup> scheint der Erste gewesen zu sein, welcher sich über ihren genetischen Zusammenhang eingehender ausgesprochen hat.

Fast zur selben Zeit beschrieb A. BREITHAUPT (13, p. 181) einen Gabbro, dessen Diallag zum Theil in Serpentin und dessen Feldspath in einen „weissen bis lichtgrünen, dem Serpentin ähnlichen Körper“ umgewandelt war. WEIGAND (41, p. 204) giebt seiner Ueberzeugung, dass die Serpentine des Amarinerthales, welche in Verbindung mit Gabbros auftreten, aus diesen entstanden, mit folgenden Worten Ausdruck: „Sicher ist, dass der Serpentin im engsten Zusammenhang mit den Gabbros steht, denn man findet beide nicht nur local stets zusammen, sondern sie enthalten auch dieselben Mineralien. So trifft man in jedem derselben grosse Individuen von Diallag und von zersetztem Feldspath an.“ Auch in der Umgegend von Baltimore finden sich nach WILLIAMS (45, p. 50) Gabbrogesteine, welche local in Serpentine übergehen. Auf der der syrischen Küste nahegelegenen Insel Cypern hat BERGEAT<sup>2)</sup> (3, p. 293) Serpentine angetroffen, welche aus Olivingabbro und ähnlichen Gesteinen hervorgegangen sind; sie stehen, wie die nordsyrischen, mit cretaceischen und alttertiären Schichten in Verbindung.

---

<sup>1)</sup> (34, p. 525.) „Ebenso kommt mit dem Gabbro der Serpentin oft so gemengt vor und hat oft so die Ueberhand, wie an manchen Stellen zu Volpersdorf in Schlesien, dass man den reinen Gabbro nur für Stellen halten kann, die noch der Umwandlung entgangen sind.“

<sup>2)</sup> Herr Dr. BERGEAT hatte die Liebenswürdigkeit, mir seine Präparate zur Ansicht zu überlassen, wodurch ich in die Lage versetzt war, mich von den innigen Beziehungen der Gabbrogesteine und Serpentine Cyperns zu überzeugen. Ich erlaube mir, ihm an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank dafür auszusprechen.



Ueber den Zusammenhang der Serpentine Italiens (Elba, Ligurien, Toscana) mit den zugleich mit ihnen auftretenden Gabbros bestehen zum Theil weit auseinander gehende Ansichten. Da sie im Alter mit einem Theile der nordsyrischen Serpentine annähernd übereinstimmen, indem sie wie diese von eocänen Schichten überlagert werden, erscheint es mir angezeigt, die verschiedenen Anschauungen über ihre Entstehung hier kurz zu skizziren.

Bei DE STEFANI begegnen wir nach KALKOWSKY (23, p. 231) der Annahme, die Serpentine Italiens seien Reste sehr alter Sedimente; sie dürfte durch die neueren Forschungen genügend widerlegt sein. Im Uebrigen stimmen die Ansichten italienischer Autoren nur darin überein, dass denselben ein eruptiver Ursprung zuzuschreiben sei; über ihre primäre oder secundäre Natur aber bestehen noch grosse Meinungsverschiedenheiten. LOTTI (27, Sep.-Abdr., p. 16; 28, p. 99 ff.) und COSSA (16, p. 240) betrachten diese Serpentine als secundäre, durch metasomatische Prozesse aus Eruptivmassen (Gabbro und Gabbro-ähnlichen Felsarten) hervorgegangene Gesteine. Der englische Geologe BONNEY (11, p. 362) dagegen erklärt die mit den Serpentinien zusammen auftretenden Gabbros für intrusive Bildungen, welche mit den nach ihm aus selbständigen Peridotiten hervorgegangenen Serpentinien nichts zu thun haben.

ISSEL und MAZZUOLI (30, p. 347 u. 348; 22, p. 46 ff.) sind der Meinung, dass diese Serpentine direct eruptiven Ursprunges, — das an Magnesia reiche Magma sei infolge von Durchtränkung mit Wasserdampf vor und während des Ausbruches hydratisirt worden — in teigigem oder schlammigem Zustande am Grunde des Eocän-Meeres ausgebrochen sowie, dass die mit ihnen vergesellschafteten Gabbros und Diabase aus den durch Thermo-mineralwässer gelösten Bestandtheilen der Serpentine durch Mischung mit den Produkten der Sedimentation entstanden seien. Sie würden also das aus den primären Serpentinien hervorgegangene secundäre Umwandlungsprodukt repräsentiren. CAPACCI (14, p. 295) ist ebenfalls der Meinung, dass die betreffenden Serpentine als Schlammströme („allo stato palposo o melmoso“) ausgebrochen seien.

Auch ein deutscher Forscher, WEINSCHENK (43, p. 703; 42, p. 226), tritt für die ursprüngliche Entstehung des Antigoritserpentins in gewissen alpinen Peridotiten ein, eine Bildungsweise, welche er durch eine Durchtränkung des Magmas mit Wasserdämpfen erklärt. WEINSCHENK gründet aber seine Ansicht auf die von ihm in diesen Gesteinen beobachtete regelmässige Verwachsung von Olivin und Antigorit.



Während BONNEY die nach CAPACCI linsenförmige Einlagerung von Gabbro in dem Serpentin von Monteferrato (Prato) in Toskana für eine intrusive Bildung erklärt, glaubt CAPACCI in derselben das Product einer Differenzirung des Magmas d. h. einer Schlierenbildung in grossartigem Maassstabe erkennen zu müssen. Während die Hauptmasse des am Monteferrato emporgedrungenen Magmas zu einem Gestein erstarrte, das in Folge seiner extrem basischen Zusammensetzung nicht von Bestand sein konnte und in verhältnissmässig kurzer Zeit einer allgemeinen Serpentinisirung anheimfiel, ermöglichte jene acidere Schliere durch Ausscheidung von Feldspath die Bildung eines ungleich widerstandsfähigeren Gesteinsgemenges und erhielt sich bis heute als relativ noch intacter Gabbro; stellenweise aber ist auch in diesen Gabbropartien, wie CAPACCI gezeigt, Bildung von Serpentin zu beobachten.

In analoger Weise, jedoch in entgegengesetztem Sinne, betrachtet VIOLA (40, p. 127) den grossentheils serpentinisirten Lherzolith von der Episkopia als eine basischere Schlierenbildung in dem dort auftretenden Gabbro.

Was die Serpentine Nord-Syriens anbelangt, so haben wir oben gesehen, dass ihr geologisches Auftreten für einen eruptiven Ursprung spricht. Die Frage, ob sie primäre Eruptivgebilde darstellen, glaube ich verneinen zu müssen, da in einigen Gesteinsproben noch Reste der ursprünglichen Mineralien vorhanden sind. Auf Grund meiner Untersuchungen kann ich aus dem mir vorliegenden Material eine fortlaufende Serie vom olivinfreien Gabbro bis zu den feldspathfreien Peridotiten aufstellen. In welcher Weise die einzelnen Glieder dieser Gesteinsreihe unter sich verknüpft sind, ob die basischeren Glieder Schlierenbildungen in den minder basischen darstellen oder umgekehrt, oder ob wir es mit sauren bzw. basischen Nachschüben zu thun haben, ist mit Sicherheit nicht zu sagen. Wohl deutet die Beobachtung, dass sich in einem feldspatharmen Olivinabbro unzweifelhafte kleinere Schlieren von olivinfreiem Gabbro finden, auf die Möglichkeit hin, dass auch grössere Schlieren sich bilden könnten. Ob diese freilich die Dimensionen erreichen, wie sie von CAPACCI und Viola angenommen werden, muss ich dahingestellt sein lassen, da ein solcher Schluss nur durch sorgfältige Untersuchungen an Ort und Stelle gezogen werden kann. Soviel ist jedenfalls sicher, dass z. B. im Kurdengebirge innerhalb der grossen Serpentinmassen, welche, wie später gezeigt werden soll, grösstentheils aus olivinführenden Gesteinen hervorgegangen sind, auch local aus olivinfreien Gabbros entstandene Serpentine auftreten.

Da im Kurdengebirge über den Serpentin Conglomerate vorkommen, in welchen neben Serpenterollen Gerölle von noch



gut erhaltenem olivinfreiem Gabbro gefunden wurden, so könnte daraus geschlossen werden, dass der letztere jünger sei, als das Primärgestein der Serpentine, dass also in dem olivinfreien Gabbro vielleicht das Product späterer Nachschübe von chemisch aciderem Charakter zu erblicken sei. Doch scheint mir dieser Schluss nicht nur nicht nothwendig, sondern etwas bedenklich, da in magnesiaärmeren Gesteinen, wie sie in olivinfreien Gabbros vorliegen, der Feldspath sich durchgängig als viel widerstandsfähiger erweist, als in den Gesteinen von basischerem Charakter. In weniger aciden Gesteinen, in denen Olivin sich in grösserer Menge entwickeln konnte, wandelt sich dagegen der Feldspath sehr rasch um, sei es, dass seine in diesem Falle ohnehin gewöhnlich basischere Natur die Zersetzung begünstigt, sei es, dass die allgemeine Lockerung, welche durch die stets rasch eintretende Serpentinisirung des Olivins erfolgt, noch die Angreifbarkeit der Plagioklase wesentlich vermehrt und dass dann die durch Zersetzung der übrigen Gesteinscomponenten entstandenen Minerallösungen um so energischer auf den Plagioklas einwirken. Demnach ist die Möglichkeit, dass diese Gerölle aus acideren Schlieren von grösserem Umfange stammen, nicht von der Hand zu weisen, so lange nicht durch die Lagerungsverhältnisse das Gegentheil bewiesen wird.

Das gesammte Material theilt sich nach dem Gehalt an Feldspath als noch bestehendem oder ursprünglichem Bestandtheil in folgende Gruppen:

- I. Gabbros und Gabbroserpentine, welch' letztere aus reinen olivinfreien Gabbros hervorgegangen sind.
- II. Gabbroserpentine, welche aus Olivingabbros entstanden sind.
- III. Serpentine, welche aus feldspathfreien Peridotiten (Pyroxeniten) hervorgegangen sind.
  - a. Wehrlitserpentine.
  - b. Lherzolithserpentine (Pyroxenitserpentine).
- IV. Neubildungen.
  - a. Durch Contactmetamorphose.
  - b. Durch metasomatische Processe.
  - c. Durch mechanische Umlagerung.

Dazu kommen noch

- V. einige Diabase, welche mit den Serpentin und Gabbros in keiner Beziehung zu stehen scheinen.



## I. Olivinfreie Gabbros und Gabbroserpentine.

### 1. Gabbro und Uralitgabbro.

Einen typischen Vertreter dieser Gruppe haben wir in dem in Folge seines jugendlichen Alters noch verhältnissmässig gut erhaltenen Gabbro von Antiochia, welcher sich als Decke über die mittelpliocänen Ablagerungen ausbreitet. BLANCKENHORN (6, p. 58) führt diesen Gabbro auf Grund einer Mittheilung von W. PÖTZ als z. Th. Enstatit oder Bronzit führenden Olivin-gabbro an.

Diese Angabe von PÖTZ<sup>1)</sup> ist nicht richtig, indem ich nach sorgfältigster Auslese des Materials nur in einem als Gerölle bezeichneten Handstück Olivin, und zwar nur ganz zurücktretend, nachweisen konnte. Nach meiner Untersuchung besteht dieser Gabbro von Antiochia im Wesentlichen nur aus Diallag und einem dem Anorthit nahestehenden Plagioklas. Der Diallag ist nur in wenigen Fällen noch frisch, meist in grüne faserige Hornblende, Uralit, umgewandelt. Um dieses Stadium der Zersetzung anzuzeigen, habe ich demselben den Namen „Uralitgabbro“ beigelegt.

Makroskopisch zeichnet sich der grünlich-graue bis dunkel-graue Gabbro durch ein mittelkörnig, selten feinkörnig granitisches Gefüge aus. Bei oberflächlicher Betrachtung kann er leicht mit Dolerit verwechselt werden. Die mittelkörnigen Varietäten zeigen bei mikroskopischer Untersuchung, entsprechend dem makroskopischen Befunde, eine hypidiomorphkörnige granitische Structur. Die einzelnen Gesteinscomponenten haben sich in ihrer Ausbildung durch ungefähr gleichzeitiges Auskrystallisiren gehindert, so dass weder der Plagioklas, noch der Diallag idiomorph begrenzte Krystallumrisse besitzen. Zum Theil scheint zwar der Feldspath als erste Ausscheidung aufgetreten zu sein, indem sich in den Diallagen häufig Partikelchen von Plagioklas als Einschlüsse finden.

Die feinkörnigen bis dichten Varietäten sind offenbar das Product rascher Erstarrung. Dementsprechend besitzen sie auch eine von den mittelkörnigen Arten etwas verschiedene Mikrostruktur. Die Plagioklase sind nicht selten leistenförmig entwickelt und bedingen in Folge dessen vielfach die Umrisse des Diallag. In

---

<sup>1)</sup> Es ist mir nicht erklärlich, wie es kommt, dass die Schiffe von PÖTZ, welche mir zum Vergleich mit meinen eigenen vorlagen, tatsächlich Olivin führen. Ich kann mir nur denken, dass hier von Geröllen Schliffe angefertigt wurden, anstatt von den als „anstehend geschlagen“ bezeichneten Handstücken. — Von Enstatit oder Bronzit habe ich auch nirgends eine Spur finden können. Es ist dies wohl eine Verwechslung mit Diallagen, bei welchen die Schnitte zufällig in der Zone der Orthodiagonale gelegt waren.



einer dichten Abart ist sogar zwischen diese Plagioklasleisten eine sehr feinkörnige, aus Pyroxen- und Plagioklas-Mikrolithen bestehende Grundmasse eingeklemmt. Diese Zwischenklemmungsstruktur, welche vielfach an das Gefüge gewisser Ophite erinnert, ist sowohl bei diesen dichten wie den feinkörnigen Arten zu beobachten. Dieselben scheinen vorzugsweise den obersten Theilen der Decke zu entstammen.

Die einzelnen wesentlichen Gesteinscomponenten sind wenigstens in den mittelkörnigen Arten schon dem unbewaffneten Auge sichtbar und im Allgemeinen von gleicher Grösse. Sie lassen sich durch ihre Farbe leicht unterscheiden; besonders fällt der Diallag durch seine grüne Farbe und seine häufig blätterige Beschaffenheit auf. Nur in einem Handstück, welches nahe der Orontesbrücke bei Antiochia von anstehendem Fels geschlagen wurde, treten aus der gleichmässig mittel- bis feinkörnigen Hauptmasse zahlreiche grosse, in Uralit verwandelte Diallagindividuen hervor, die dem ganzen Gestein einen porphyränlichen Habitus verleihen. Da diese Einsprenglinge überdies, wie schon makroskopisch sichtbar, eigenthümlich gestreckte und verzerrte Form besitzen, so könnte man sich fast versucht fühlen, von einem Flaserabbro zu sprechen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt sich der Plagioklas dieser Gabbrogesteine meist in xenomorphen aequidimensionalen Körnern; zuweilen erscheint er auch in Individuen, welche in der brachydiagonalen Zone eine gestreckte, leistenförmige Ausbildung besitzen. Dem optischen Verhalten nach stehen die Plagioklase dem Anorthit sehr nahe. Die durchschnittliche Auslöschungsschiefe beträgt auf M  $34^{\circ}$ , auf P  $29^{\circ}$ , was einem Mischungsverhältniss zwischen  $Ab^1 An^8$  und  $Ab^1 An^{12}$  entspricht. Durch die mikrochemische Untersuchung wurde dieses auf optischem Wege erhaltene Resultat bestätigt. Mit warmer verdünnter Salzsäure behandelt, wurde der Feldspath sichtlich stark angegriffen. In einem Tropfen der salzsauren Lösung, welcher mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure versetzt wurde, konnten leicht die in grosser Menge entstandenen Gypskryställchen in ihren charakteristischen Formen nachgewiesen werden.

In einzelnen dichten Arten zeigt der leistenförmig ausgebildete Feldspath zonaren Bau, indem sich um den basischen Kern eine saurere Hülle gebildet hat. Einfache Plagioklasindividuen konnte ich nirgends beobachten. Stets sind dieselben verzwillingt, und sind sowohl einfache, wie polysynthetische Zwillingsbildungen nach dem Albit- und Periklingesetz gleich häufige Erscheinungen. Diese beiden Arten von Zwillingen sind vielfach mit einander combinirt. Ausserdem finden sich in dem Feldspath auch unregelmässig



eingelagerte Einschlüsse von Plagioklas, welche z. Th. selbst wieder verzwillingt sind. Der Feldspath, welcher im Allgemeinen an Einschlüssen sehr reich ist, beherbergt neben jenen zahlreiche Diallagmikrolithen von meist rundlichen, selten kristallographisch begrenzten Formen, welche sich durch ihre schwach grünliche Färbung sowie durch ihr höheres Brechungsvermögen leicht von der farblosen Plagioklassubstanz abheben. Die Homogenität der Feldspathmasse wird ausserdem nicht selten durch schlauchartige Hohlräume beeinträchtigt; es ist möglich, dass sie ursprünglich Kohlensäure enthielten. Obschon der Feldspath noch in einem auffallend frischen Zustande ist, wird er jedoch vielfach von unregelmässig verlaufenden Rissen durchzogen, auf welchen sich auch da und dort schon schwache Anfänge von Zersetzung bemerkbar machen. Die sich bei diesem Prozesse bildenden secundären Producte bestehen zum Theil aus einem hellen, schuppigen, glimmerartigen Mineral, wohl Paragonit, sowie einer kaolinartigen trüben Substanz. Ausserdem dringt von aussen her tremolitartige Hornblende auf den Rissen in die Plagioklase ein. In wenigen Fällen machen sich diese Zersetzungserscheinungen in stärkerem Maasse bemerkbar. Am weitesten ist die Umwandlung in dem Flaserabbro fortgeschritten; der Plagioklas ist hier stellenweise in ein saussuritartiges Aggregat umgewandelt; wirrfaserige hellgrüne Hornblende hat sich überall eingenistet und zahlreiche graue Epidotkörner haben sich auf den Rissen und an den Rändern der einzelnen Plagioklasindividuen eingelagert. Es ist hervorzuheben, dass nur in der flaserig struirten Gabbrovarietät eine derartige Epidotisirung des Feldspaths beobachtet werden konnte.

Der Diallag ist selten noch so frisch erhalten, wie der Plagioklas. In allen untersuchten Präparaten ist seine Umwandlung in Uralit, wenn auch nicht stets in demselben Maasse, erfolgt. Wo dieser Gesteinscomponent noch als solcher deutlich zu erkennen ist, zeigt er die makropinakoidale Absonderung und hie und da auch die mehr oder weniger gut ausgebildete prismatische Spaltbarkeit. Die einzelnen Individuen zeigen nicht selten einfache oder mehrfache Zwillingsbildungen nach  $\infty P \infty$  (100), minder häufig finden sich Zwillinge nach  $P 2$  ( $12\bar{2}$ ) und  $0 P$  (001). Automorphe Begrenzung zeigt der Diallagbestandtheil nie, seine Umrisse sind immer durch die Gestalt der Plagioklase bedingt. Selbst als porphyrischer Einsprengling besitzt der Diallag bezw. der aus ihm hervorgegangene Uralit keine rein idiomorphe ausgebildete Krystallform.

Was das Alter seiner Entstehung anbelangt, so spricht sein stellenweises Auftreten als porphyrischer Einsprengling dafür, dass



der Diallag sich in einzelnen Fällen als erste Ausscheidung gebildet hat. Sein häufiges Auftreten als Ausfüllungsmasse zwischen den Plagioklasleisten beweist aber, dass weit häufiger der Feldspath sich zuerst ausgeschieden hat. Wo beide Componenten in äquidimensionalen Körnern auftreten, welche gegenseitig ihre Formen bestimmen, scheint annähernd gleichzeitige Ausscheidung erfolgt zu sein. Es finden sich in demselben Präparate, in welchem einzelne Diallage porphyrisch ausgebildet sind, in den übrigen Diallagen vielfach Einschlüsse von Plagioklas-Bruchstücken. Der Plagioklas, von welchem diese Bruchstücke stammen, muss somit älter sein, als der die Fragmente beherbergende Diallag.

Einschlüsse von Plagioklas in Diallag konnte ich in allen untersuchten Gesteinen dieser Localität nachweisen, seltener sind dagegen solche von Diallag in Feldspath. Dabei ist bemerkenswerth, dass die als Gäste in dem Plagioklas eingeschlossenen Diallag-Individuen stets noch gut erhalten sind, was damit zusammenhängen mag, dass sie in dem Plagioklas vor Zutritt von Lösungen geschützt waren.

In den noch frischen Diallagen sind neben den Feldspath-Einschlüssen zahlreiche Magnetitkörnchen eingestreut, welche in dem Uralit fehlen.

Die Umwandlung des Diallag in Uralit lässt sich in der untersuchten Gesteinsserie gut verfolgen. Von dem noch fast völlig intacten Diallag bis zum reinen Uralit sind alle Stadien der Zersetzung zu beobachten; in einigen Fällen sogar in demselben Dünnschliffe. Die Umwandlung beginnt meistens randlich und schreitet gleichmässig von Aussen nach Innen fort; seltener kommt es auch vor, dass die randlichen Partien verschont geblieben sind und dass dann der Kern diesem Processe anheimgefallen ist. In annähernd basalen Schnitten lässt sich der Uebergang des Diallag in Uralit öfters in ausgezeichneter Weise an der Spaltbarkeit beobachten, indem sich hier ein allmählicher Uebergang der augitischen in die Hornblende-Spaltbarkeit bemerkbar macht.

Der Uralit tritt, so lange er innerhalb der Grenzen des Urminerals bleibt, in parallelfaserigen Aggregaten mit einheitlicher, optischer Orientirung auf, so dass der Pleochroismus der einzelnen Fasern leicht bestimmt werden kann:  $c$  und  $b =$  grün,  $a =$  gelblichgrün. Wo diese Uralitfasern sich in verzwilligte Diallage eingelagert haben, zeigen sie wie die ursprünglichen Diallag-Individuen verschiedene optische Orientirung, so dass die Zwillingsnatur des Urminerals deutlich hervortritt. Dies trifft selbst bei ganz schmalen Zwillingslamellen zu, welche parallel  $\infty P \infty$  eingelagert sind.



Der Uralit bleibt aber nicht immer auf den von dem ursprünglichen Diallag eingenommenen Raum beschränkt. An beiden Enden der Krystalle findet vielmehr häufig ein büschelförmiges Ausstrahlen der Fasern statt. Es ist dies das Uebergangsstadium zu der tremolitartigen, wenig pleochroitischen, sogen. schilfigen hellgrünen Hornblende, welche sich im ganzen Gestein verbreitet und theils andere Gesteins-Bestandtheile verdrängt, theils sich auf Adern und Spaltrissen einnistet. Diese gewanderte Hornblende ist nach dem Vorgange von LOSSEN (26, p. 530), BERGT (4, p. 305) und DOSS (18, p. 46) nicht mehr als Uralit zu bezeichnen. Sie tritt stets in wirrfaserigen, verfilzten Anhäufungen auf. Nur selten finden sich solche auch im Kerne der Uralite, welche ich mir dann nur durch Umlagerung an Ort und Stelle entstanden erklären kann. Trotzdem diese Bildungen sich noch innerhalb der Grenzen des ursprünglichen Diallag befinden, glaube ich doch, dass für sie der Name Uralit nicht angebracht ist, indem sie mit der gewanderten Hornblende völlig übereinstimmen. Sowohl diese wie jene sind Producte der Umlagerung des Uralit. Der letztere ist demnach das erste Stadium in diesem Umwandlungsprocess, bei welchem, wie WILLIAMS (45, p. 35 u. 36) gezeigt, im weiteren Verlauf ein reiner Strahlsteinschiefer entstehen kann.

Bemerkenswerth ist noch, dass in dem Flaserabbro anscheinend parallelfaserig struierter Tremolit mit dem Uralit zonenartig verwachsen vorkommt. Dieser Tremolit ist indess wohl nur als eisenarmer Uralit anzusehen.

Ausser der Umlagerung des Uralit in die tremolitartige, gewanderte Hornblende scheint auch ein Uebergang von faserigem Uralit in compacte grüne Hornblende vor sich zu gehen; solchen Uralit konnte ich mehrfach beobachten. Bei schwächerer Vergrößerung erscheinen diese Individuen völlig compact, zeigen aber, bei stärkster Vergrößerung betrachtet, stets noch sehr feine Faserung.

Olivin tritt als wesentlicher Bestandtheil in dem Gabbro von Antiochia, soweit das mir zur Untersuchung vorliegende Material diesen Schluss erlaubt, nicht auf. Ich konnte nur in einem Gerölle, dessen Abstammung von dieser Gabbrodecke nicht unbedingt sicher ist, ganz zurücktretenden Olivin nachweisen, der beginnende Umwandlung in Pilit zeigt. Wenn thatsächlich in dieser Decke Olivin-führende Partien vorkommen, so kann es sich wohl nur um locale Schlierenbildungen handeln.

Von accessorischen Gemengtheilen kommen nur Magnetit und Titaneisen in Betracht. Das Titaneisen findet sich meist vereinzelt in den charakteristischen länglichen, zerhackten Formen



neben den Magnetitkörnchen und überwiegt nur äusserst selten die letzteren.

Die wesentlichen Componenten dieser Gabbrogesteine lassen häufig mechanische Veränderungen erkennen, welche, wie z. B. bei dem Flasergabbro, auf nicht unbedeutende Druckkräfte schliessen lassen. In dem eben genannten Flasergabbro zeigen sich Feldspäthe nicht nur sehr stark zerbrochen, sondern die einzelnen Bruchstücke sind auch durch den Druck so ineinandergeschoben, dass sie im Schliffe häufig verschiedene optische Orientirung besitzen. Zweifellos ursprünglich einheitliche Plagioklas-Individuen sind in ein mosaikartiges Trümmerwerk verwandelt, dessen einzelne Trümmer zum Theil durch zackiges Ineinandergreifen und undulösen Uebergang der Interferenzfarben sich deutlich als einst zusammenhängende Krystalle erweisen. Randlich sind die einzelnen Bruchstücke häufig durch die Reibung in ein feinkörniges Haufwerk kleinster Fragmente verwandelt.

Wo die Plagioklas-Individuen noch ganz geblieben, zeigen die Zwillingslamellen oft einen mehr oder weniger stark gebogenen Verlauf<sup>1)</sup>, wie schon WERWEKE (44, p. 97) und LEHMANN (25, p. 196) gezeigt haben. Auch G. H. WILLIAMS (48, p. 439) beschreibt ganz ähnliche Verhältnisse von den Gabbros des Hudson River.<sup>2)</sup>

Die Zwillingslamellen keilen sich häufig nach einer Richtung aus. Dabei erscheinen die Partien, von welchen diese Lamellen ausgehen, in einer Weise eingekeilt, dass der Gedanke nahe liegt, es seien diese Zwillingsbildungen erst secundär durch Druck entstanden.

Der Diallag ist in diesem Gestein in Folge der weitgehenden Zersetzung nicht mehr als solcher erhalten. Sein Umwandlungsproduct, der Uralit, zeigt wie der Plagioklas deutlich die Wirkung dynamischer Kräfte, indem dasselbe infolge der das Gestein beeinflussenden Pressungen in die Länge gezogen und flaserartig gebogen wurde. Diese mechanischen Veränderungen an den Bestandtheilen dieses Flasergabbros lassen sich nicht leicht ohne Gebirgsdruck erklären. Da es aber unwahrscheinlich ist, dass ein solcher auf eine Decke, welche nicht wieder von Schichtcomplexen bedeckt war, einen Einfluss hat ausüben können, so ist die Frage gerechtfertigt, ob dieser Flasergabbro überhaupt von der Decke selbst stammt, oder nicht vielmehr von dem ober-

<sup>1)</sup> Cf. Taf. I, Fig. 1.

<sup>2)</sup> (48, p. 439.) „The gabbro shows evidence of great dynamic action. The twinning lamellae of the plagioklas are much curved and both the feldspar and the augite are often peripherally granulated by crushing and rubbing.“



sten Theile des Eruptionskanals. Diese Frage kann nur eine genaue Untersuchung am Platze selbst beantworten. Trotzdem glaube ich diese Vermuthung aussprechen zu dürfen, umsomehr, als der Fundort — nahe der Orontesbrücke bei Antiochia — nicht dagegen spricht; die Gabbrodecke breitet sich nämlich von hier an thalabwärts über die Orontesebene aus.

Aehnliche Deformationen, jedoch in weit geringerem Maasse als der „Flasergabbro“, zeigt ein Gesteinsstück, das, wie ich glauben möchte, der Oberfläche der Decke entstammt. Hier scheint aber Gebirgsdruck ausgeschlossen, da die übrigen Gesteinsproben, welche ebenfalls sicher der Decke entnommen sind, keine mechanischen Veränderungen aufweisen. Bei der mikroskopischen Betrachtung dieses sehr dichten Gesteins fällt sofort die Anwesenheit einer aus kleinsten Plagioklas- und Diallag-Individuen bestehenden Grundmasse auf; ihre Entstehung lässt sich leicht durch die rasche Erkaltung an der Oberfläche der Decke erklären.

Gegen die Ansicht, dass diese Grundmasse durch secundäre Regeneration der sie zusammensetzenden Componenten sich gebildet habe, sprechen das sonst noch verhältnissmässig frische Aussehen dieses Gesteins, sowie der Umstand, dass von der Grundmasse aus Plagioklasleistchen in grösser entwickelte, bereits uralisirte Diallage eingreifen. Demnach dürfte die Grundmasse annähernd zu derselben Zeit entstanden sein, wie diese Diallage. Hervorzuheben ist, dass sich an der Zusammensetzung dieser Grundmasse keine Glassubstanz betheiligt hat. Es scheint, dass solche hochbasische Magmen, wie dasjenige dieses Gabbros, selbst bei sehr rascher Erstarrung nicht im Stande sind, glasige Producte zu liefern.

Die in diesem Gesteine beobachteten Druckerscheinungen sind ohne Zweifel infolge innerer Spannungen in dem an der Oberfläche rasch erstarrenden Magma entstanden. In ähnlichen Gesteinen Argentiniens wies ROMBERG (33, p. 314) ebenfalls solche mechanischen Deformationen nach, auf Grund deren er auf das Vorhandensein solcher Spannungen schliesst.<sup>1)</sup>

Mehrfach ist die Ansicht aufgestellt worden, dass die Druckkräfte, welche diese mechanischen Veränderungen in solchen Gesteinen hervorgerufen haben, die Ursache der Uralitisirung der Pyroxene seien, jedoch wäre es entschieden zu weit gegangen,

---

<sup>1)</sup> (33, p. 314.) „Man bekommt den Eindruck, als ob die einzelnen Individuen sich in ihrer Erstarrung gegenseitig in der Ausbildung gehindert hätten, da Druckerscheinungen noch Zeugnis für vorhandene innere Spannungen ablegen.“



diese Kräfte als einzige Ursache anzusehen. Bei der Uralitbildung sprechen jedenfalls noch mehrere Factoren mit, welche mit Sicherheit nicht leicht eruirt werden können.

Interessante Untersuchungen über die Ursache der Uralitbildung hat WILLIAMS (45, p. 49) angestellt. Er beobachtete, dass an Stellen, an welchen starke Druckerscheinungen sich nachweisen liessen, nur schwache Uralitbildung stattgefunden hatte, während dieser Process an anderen, nur wenig dynamisch veränderten Stellen schon sehr weit fortgeschritten war. WILLIAMS kommt deshalb zu dem Schlusse: „Pressure may and doubtless does in many instances assist in the paramorphism of pyroxene in rocks, but it cannot in all cases be regarded as even a necessary adjunct.“

Wenn WILLIAMS im scheinbaren Widerspruch mit dieser Aeusserung sich in einer späteren zusammenfassenden Arbeit (46, p. 107) über seine Resultate auslässt: „The intensive pressure has extensively changed the original pyroxene to secondary green hornblende (uralite)“, so kann ich dies nur in dem Sinne verstehen, dass WILLIAMS hier andeuten wollte, dass die Druckkräfte hier als erste Ursache aufzufassen sind, indem sie das Gefüge der betreffenden Gesteine gelockert haben, und dass dadurch den circulirenden Lösungen mehr Angriffspunkte geboten wurden.

Gegen die Annahme, dass die dynamischen Kräfte die Hauptursache der Uralitisirung seien, spricht auch noch, wie von ZIRKEL hervorgehoben wurde, die Thatsache, dass häufig noch gut erhaltene Diallage neben schon völlig in Uralit umgewandelten Individuen vorkommen. Dasselbe konnte ich nicht selten in der untersuchten Gesteinsserie beobachten, ebenso, dass der Grad der Umwandlung nicht immer gleichen Schritt hält mit dem Grade der mechanischen Veränderungen.

Die Hauptrolle bei der Uralitisirung scheinen offenbar die in dem Gesteine circulirenden Lösungen zu spielen. Denn die Umwandlung des Diallag in Uralit beschränkt sich nicht auf eine rein physikalische Umlagerung. Der Uralit unterscheidet sich vielmehr von dem Diallag auch in seiner chemischen Zusammensetzung, indem er stets eisenreicher ist als letzterer. Zufuhr von Eisen dürfte also eine Hauptbedingung bei der Uralitbildung sein. In dem Gabbro von Antiochia ist das Eisen schon als primäre Einlagerung in dem Diallag als Magnetit vorhanden; das Magneteisen wurde bei dem Umwandlungsprocess gelöst und zur Bildung des Uralit aufgenommen. Daher findet sich das Magneteisen nur in den frischen Diallagen, während es in dem reinen Uralit völlig verschwunden ist. Bei der weiteren Umlagerung des Uralit entsteht wieder eine eisenärmere, tremolitartige Hornblende;



das dabei wieder frei werdende Eisensilicat verbindet sich mit dem Kalksilicat des Feldspaths zu Epidot.

Grosse Aehnlichkeit mit dem Gabbro von Antiochia zeigen einige Gerölle, welche zum Theil in pliocänen Conglomeraten in der Nähe von Lādķīje, zum Theil in eocänen Schichten im Kurdengebirge gefunden wurden.

Das aus pliocänem Grobkalk östlich von Lādķīje stammende Gabbrogerölle ist ein granitisch-körniges Gestein, welches sich von dem Gabbro von Antiochia nur durch sein grobkörniges Gefüge, sowie durch seine infolge des hohen Grades der Zersetzung seiner beiden wesentlichen Bestandtheile bröckeligen Beschaffenheit unterscheidet. In diesem Gesteine lassen sich die einzelnen wesentlichen Componenten auch sehr leicht mit unbewaffnetem Auge erkennen. Zwischen den weisslichen Partien, welche aus Feldspath und seinen Zersetzungsproducten bestehen, liegen grosse, dunkelgrüne, blättrig-faserige Uralite. Durch die mikroskopische Untersuchung wird der makroskopische Befund bestätigt. Reste von Olivin konnte ich nicht beobachten, auch keine Zersetzungsproducte, welche auf ursprünglichen Olivin schliessen lassen könnten. In den Uraliten finden sich nicht selten isotrope Partien, welche wohl aus opalartiger Kieselsäure bestehen. Der Feldspath ist auch in diesem Gestein ein dem Anorthit sehr nahestehender Plagioklas.

Abgesehen von den structurellen Verschiedenheiten und der starken Zersetzung dieses Gabbros besteht zwischen diesem und dem Gabbro von Antiochia kein wesentlicher Unterschied, so dass eine genauere Beschreibung desselben nicht nothwendig erscheint. Dies gilt im Allgemeinen auch von den Gabbrogeröllen aus den eocänen Conglomeraten des eigentlichen Kurdengebirges westlich von Kartal. Nur ist hier zu bemerken, dass diese Gabbrogerölle im Gegensatz zu dem Gabbro von Lādķīje weit besser erhalten sind; eines dieser Rollstücke besteht sogar aus einem noch sehr frischen Gabbro. Allem Anschein nach wurden diese Gerölle des Kurdengebirges noch in frischem Zustande in das kalkige Cäment eingebettet und so vor weiterer Zersetzung bewahrt, während der bereits ziemlich angegriffene Gabbro von Lādķīje erst in zersetztem Zustande in den pliocänen Grobkalk gelangt ist.

Olivin, beziehungsweise Zersetzungsproducte, welche auf seine frühere Anwesenheit in diesen Gabbrogeröllen des Kurdengebirges deuten würden, konnte ich mit Sicherheit nicht nachweisen. Nur in den weniger frischen Stücken fand ich zerstreute Partien, welche möglicherweise aus Olivin hervorgegangen sind.

Der Plagioklas zeigt vielfach unzweifelhafte secundäre Zwi-



lingsbildungen und andere Druckerscheinungen, wie gebogene Zwillinglamellen (cf. Taf. I, Fig. 2).

Diese Gabbrogerölle zeigen in ihrer mineralogischen Zusammensetzung kleine Verschiedenheiten, indem bald der Feldspath, bald der Diallag, welcher z. Th. in Uralit verwandelt ist, als vorwiegende Gesteinscomponent auftritt.

Anstehenden Gabbrofels konnte BLANCKENHORN weder im Kurdengebirge, noch in der Ebene des Nahr el Kebîr beobachten.

## 2. Gabbroserpentine.

(Aus olivinfreien Gabbros.)

Während in den im Vorhergehenden beschriebenen Gesteinen noch keine Bildung von Serpentin oder einer Serpentin-ähnlichen Substanz stattgefunden hat, bestehen die Gabbroserpentine bereits aus einem annähernd reinen Serpentin, in welchem von den ursprünglichen Componenten keine Spur mehr vorhanden ist.

Gabbroserpentine, welche aus olivinfreien Gabbros entstanden sind, liegen mir sowohl von dem Kurdengebirge, als aus der Umgegend von Antiochia vor. Der auf dem linken Orontesufer bei Antiochia anstehende Gabbroserpentin steht mit der oben erwähnten Gabbrodecke, welche sich auf dem rechten Ufer des Orontes über den pliocänen Schichten ausbreitet, in keinem Zusammenhang. Dieser Serpentin gehört vielmehr zu der Serpentinmasse, welche den bei Antiochia zu Tage tretenden Kreideschichten eingelagert erscheint.

Leider besitze ich von diesem Fundort nur ein Handstück eines Gabbroserpentin. Es ist aber wahrscheinlich, dass die ursprünglichen Gabbros dieses Bezirks auch mit Olivingesteinen, sei es nun mit Olivingabbro oder Peridotiten verknüpft waren, indem ROTH (36, II, p. 540) von einem Serpentin von Antiochia berichtet, welcher typische Maschenstructur zeigt und demnach aus einem Olivingestein hervorgegangen ist.

Der Gabbroserpentin von Antiochia besteht grösstentheils aus einer schmutzig weissen bis hellgrünen Hauptmasse, welche stellenweise bräunlich oder bläulichschwarz gefleckt erscheint. In dieser homogenen Masse liegen zahlreiche porphyrische Einsprenglinge eines blätterigen hellgrünen Minerals, welches seinem ganzen Aussehen nach an Diallag erinnert. Das ganze Gestein ist vielfach von Adern von Calcit und Chrysotil durchzogen.

Bei der mikroskopischen Durchmusterung sucht man vergebens nach der Maschenstructur, welche für den aus Olivin hervorgegangenen Serpentin charakteristisch ist. Wohl zeigen im gewöhnlichen Lichte Theile der weisslichen Hauptmasse eine Structur, welche etwas an den Olivinserpentin erinnert. Bei ge-



nauerer Betrachtung, besonders unter Zuhilfenahme des polarisirten Lichtes, erweisen sich aber diese Partien grundverschieden von dem Olivinserpentin. Diese Partien bestehen aus einer hellgrünen Grundsubstanz, welche durch Einlagerung staubförmiger, grünlichbrauner Körnchen getrübt und stellenweise durch Anreicherung der letzteren dunkler gefärbt erscheint. Durch die Vertheilung dieser Staubpartikelchen entstehen kleine, hellere Felder, welche von einem dunkler gefärbten Rande umsäumt sind. Diese Felder sind wieder durch hellere, schmale Streifen getrennt. Dadurch entsteht eine maschennetzartige Structur<sup>1)</sup>, welche sich aber von der Structur des Olivinserpentins durch das Fehlen der für letztere charakteristischen Magnetitschnürchen in der Mitte der Balken, sowie durch die Beschaffenheit der Felder unterscheidet. In den Feldern finden sich häufig Einlagerungen von parallel angeordneten Reihen eines staubförmigen, grünlichen Minerals, sowie von kleinsten Magnetitkörnchen.

Im polarisirten Lichte hellt sich die trübe, grünliche Hauptmasse z. Th. gar nicht, z. Th. nur ganz schwach auf. Nur an wenigen Stellen zeigt sich etwas kräftigere Doppelbrechung. In diesem Falle polarisiren nur die Felder, während die sie trennenden Balken meist dunkel bleiben. Die Felder bestehen aus einer serpentinarartigen Substanz, bei welcher aber die einzelnen Serpentinfasern unregelmässig radialstrahlig angeordnet sind, so dass im parallelen polarisirten Licht nie zugleich Auslöschung über das ganze Feld erfolgt, sondern ähnlich wie bei den Sphärolithen ein Interferenzkreuz-artiges Bild entsteht. In einzelnen Feldern ist diese Anordnung so unregelmässig, dass dieselben im polarisirten Licht ein geschummertes Aussehen besitzen.

Dadurch, dass der Diallag bei den Umwandlungsprocessen, welchen das Primärgestein dieses Serpentin unterworfen war, seine Form beibehalten hat, während der andere wesentliche Gesteinscomponent, der Feldspath, dabei in eine homogene Serpentinmasse pseudomorphosirt wurde, erscheint das faserig-blättrige Zersetzungsproduct des Diallag in Form porphyrischer Einsprenglinge in dem dichten Serpentin eingelagert.

Unter dem Mikroskop bestehen diese letzteren aus einer klaren, schwach grünlichen Substanz, welche sich bei stärkster Vergrößerung aus feinsten, parallel gelagerten Fäserchen bestehend erweist. Diese Fäserchen verlaufen in derselben Richtung wie die in einigen Durchschnitten sichtbaren, geradlinigen Spalt-  
risse und löschen im polarisirten Lichte über das ganze Mineral hin parallel dieser Richtung aus. Wird der Durchschnitt aus

<sup>1)</sup> Siehe später pag. 109.



dieser Stellung gebracht, so hellt sich das Mineral mit hellbläulicher Farbe auf. Nur in einem Falle konnte ich einen Rest eines im polarisirten Licht schief auslöschenden Minerals, welches sich durch seine lebhaften Interferenzfarben aus dem faserigen Aggregat deutlich heraushebt, beobachten. Im gewöhnlichen Licht zeigt dieser Rest schwachen Pleochroismus. Dies spricht entschieden für eine Hornblende. Offenbar sind diese parallelfaserigen, blätterigen Gebilde aus einem Diallag, welcher erst in Uralit umgewandelt wurde, hervorgegangen. Im weiteren Verlauf der Zersetzung dieses Gesteins ging der Uralit in einen parallelfaserigen bastitähnlichen Serpentin über, welcher die makropinakoidale Spaltbarkeit des Diallag beibehalten hat.

An den Umrissen dieses Diallagserpentin ist die allotriomorphe Gestalt des ursprünglichen Diallag noch deutlich zu erkennen. Das Primärgestein dieses Serpentin von Antiochia scheint demnach eine granitisch-körnige Structur besessen zu haben; die einzelnen Componenten haben sich offenbar bei der Erstarrung des Magmas gegenseitig in ihrer Ausbildung gehindert, daher die unregelmässigen Contouren der Diallagserpentin-Durchschnitte.

Die eigenartige Structur der Hauptmasse des hier vorliegenden Serpentin, welche weder mit der Structur des Olivinserpentin, noch mit derjenigen der Pyroxenserpentine übereinstimmt, führt nothgedrungen zu der Annahme, dass hier Feldspath das Muttermineral gewesen sei. Diese Ansicht wird durch das Ergebniss der chemischen Untersuchung unterstützt, und wenn auch die Trennung der einzelnen Partien nicht durchführbar war, so gewährte doch das Resultat der Bauschanalyse einige Anhaltspunkte.

Die Bauschanalyse ergab nämlich folgende Zusammensetzung des Gesamtgesteins:

|                 |       |      |
|-----------------|-------|------|
| Wasser . . .    | 8,43  | pCt. |
| Kohlensäure . . | 12,27 | „    |
| Kieselsäure . . | 28,42 | „    |
| Thonerde . . .  | 5,58  | „    |
| Eisenoxyd . . . | 6,59  | „    |
| Calciumoxyd . . | 15,73 | „    |
| Magnesia . . .  | 22,74 | „    |
| Summa           | 99,76 | pCt. |

Berechnet man das Calcium als kohlensauren Kalk und zieht den Betrag des nur als Kluftausfüllung dienenden kohlensauren Kalkes von dem erhaltenen Resultat ab, so erhält man folgende procentische Zusammensetzung des Restes:



|                 |       |      |
|-----------------|-------|------|
| Wasser . . .    | 11,76 | pCt. |
| Kieselsäure . . | 39,47 | „    |
| Thonerde . . .  | 7,75  | „    |
| Eisenoxyd . . . | 9,15  | „    |
| Magnesia . . .  | 31,59 | „    |

---

Summa 99,72 pCt.

Könnte man den Betrag der Bestandtheile des Chrysotil auch noch in Abrechnung bringen, so würde der Thonerdegehalt des reinen Gesteins noch mehr steigen. Aus diesem Resultat ersehen wir einerseits, dass die grüne Trübung und Färbung der Hauptmasse durch chloritische Substanz hervorgerufen sein dürfte, welche in Form kleinster Blättchen eingelagert ist; ferner, dass das Mineral, aus welchem diese Hauptmasse des Gesteins und die ihr eingelagerte chloritische Substanz entstanden, beträchtlich thonerdehaltig gewesen sein muss. Da die Structur der Hauptmasse dagegen spricht, dass jenes Mineral ein Pyroxen war, so bleibt nur noch die Möglichkeit, dass dasselbe ein Feldspath gewesen ist. Zu diesem Schlusse, dass hier Feldspath zu Grunde liegt, kam ich schliesslich auch durch die structurelle Uebereinstimmung mit solchen Partien der übrigen untersuchten Serpentine, welche, wie später gezeigt werden soll<sup>1)</sup>, aus Feldspath entstanden sind.

Ein Eruptivgestein, welches wesentlich aus einem Pyroxen bzw. Diallag und einem leicht zersetzbaren Feldspath, ohne Zweifel einem basischen Plagioklas, bestand, kann nur als Diabas bzw. Gabbro bezeichnet werden. Die ausgeprägte Blättrigkeit des pyroxenischen Bestandtheils spricht ebenso entschieden dafür, dass der monokline Pyroxen ein Diallag war, somit ein ursprünglicher Gabbro vorliegt, als die ursprünglich granitischkörnige Structur, welche wir selbst noch in dem vollkommen zersetzten Gestein erhalten sehen.

Ein ähnliches Gestein, welches wie dieser Serpentin von Antiochia aus einem olivinfreien Gabbro hervorgegangen ist, liegt mir von dem Kurdengebirge vor. Das Handstück erscheint durch eingelagerte winzige Magnetitkörnchen bläulichgrün, in's violette spielend gefärbt und ist von einer etwa 5 mm breiten Ader rein lauchgrünen Serpentin durchzogen. In den an diese Ader unmittelbar angrenzenden Gesteinspartien hat sich so reichlich

---

<sup>1)</sup> Für die Beobachtung dieser Verhältnisse eignen sich die aus Olivingabbros entstandenen Serpentine besser, weshalb erst bei diesen des Näheren auf die Umwandlung des Feldspaths in Serpentin eingegangen werden soll.



Magneteisen in mikroskopisch kleinen Körnchen abgesetzt, dass die Adern im Querbruche schwarz eingefasst erscheinen.

U. d. M. wird im gewöhnlichen Lichte eine aus rundlichen bis polyëdrischen Feldern zusammengesetzte homogene Hauptmasse sichtbar. In den einzelnen Feldern sind zahlreiche, in parallelen Reihen angeordnete Magnetitkörnchen eingelagert; getrennt sind diese Felder durch schmale Streifen, welche frei sind von diesen Magnetit-Einlagerungen. Im polarisirten Lichte bleiben die Felder vollständig isotrop, nur die schmalen Streifen, welche die Felder von einander trennen, hellen sich auf, ebenso die Diallagserpentinpartien, neben welchen chloritische Substanz abgesetzt ist. Letztere ist durch die charakteristische blaue Interferenzfarbe leicht erkennbar. Dieses Gestein ist zum Theil von opalartiger Kieselsäure durchtränkt, daher das isotrope Verhalten der einzelnen Felder.

Eine Analyse dieses Gesteins ergab folgendes Resultat:

|             |   |             |
|-------------|---|-------------|
| Glühverlust | = | 12,24 pCt.  |
| Kieselsäure | = | 38,77 „     |
| Thonerde    | = | 7,19 „      |
| Eisenoxyd   | = | 10,21 „     |
| Magnesia    | = | 31,69 „     |
| Summa       | = | 100,10 pCt. |

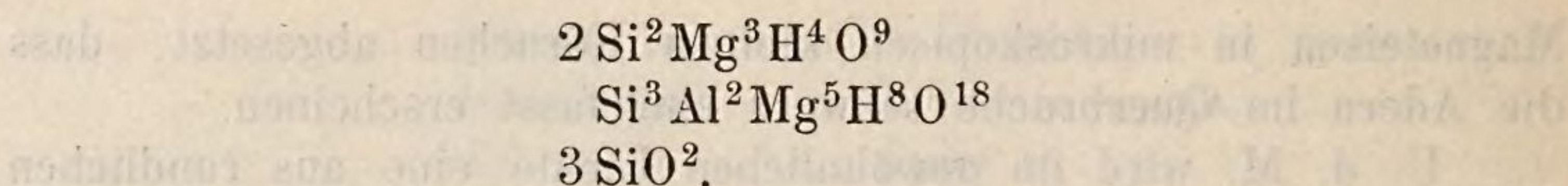
Versuchen wir eine Deutung dieser Analyse, so könnte man vielleicht zu folgender Vorstellung gelangen: zieht man die Gesamteisenmenge als Magnetit, der dem Serpentin mechanisch beigemengt wäre, ab, so erhält man folgende Zahlen:

|             |              |                           | Atom-<br>Quotient | Ver-<br>hältniss-<br>zahlen |
|-------------|--------------|---------------------------|-------------------|-----------------------------|
| Wasser      | = 13,64 pCt. | H = 1,51 pCt.             | 1,510             | 18                          |
| Kieselsäure | = 43,22 „    | Si = 20,32 „              | 0,714             | 10                          |
| Thonerde    | = 8,01 „     | Al = 4,24 „               | 0,156             | 2                           |
| Magnesia    | = 35,32 „    | Mg = 21,34 „              | 0,875             | 11                          |
|             |              | O <sup>1)</sup> = 52,59 „ | 3,287             | 42                          |
| Summa       | 100,19 pCt.  | Summa                     | 100,00 pCt.       |                             |

Diese Zusammensetzung entspricht annähernd einer Mischung von zwei Mol. Serpentin, einem Mol. Klinochlor und drei Mol. freier Kieselsäure, welche in hyaliner Form in dem Gestein enthalten ist.

<sup>1)</sup> Der Sauerstoff wurde aus der Differenz berechnet.





Das Primärgestein dieses Serpentin bestand, wie dasjenige des Serpentin von Antiochia, aus Diallag und Feldspath. Für die ursprüngliche Anwesenheit des Feldspaths spricht einerseits der Gehalt an Thonerde und freier Kieselsäure, andererseits die structurelle Beschaffenheit der dichten Hauptmasse, welche mit derjenigen eines Olivinserpentin oder eines aus Pyroxen entstandenen Serpentin nicht die geringste Aehnlichkeit hat.

Der Verdrängungsprocess ist in diesem Gestein schon weit vorgeschritten, daher tritt das Thonerdesilikat bereits gegen das Magnesiahydrosilikat stark zurück.

## II. Gabbroserpentine.

(Aus Olivingabbros entstanden.)

In der mir zur Verfügung stehenden Gesteinsserie sind frische Olivingabbros nicht vorhanden. Dagegen liegen mir eine Reihe von Serpentin vor, deren Primärgesteine meiner Untersuchung nach aus Feldspath, Diallag und Olivin bestanden; es waren also ursprünglich Olivingabbros, in welchen der Olivin bald vorwiegender Bestandtheil war, bald gegen die übrigen Gesteinscomponenten an Menge zurücktrat. Hervorzuheben ist überhaupt bei diesen Gesteinen die sehr ungleichmässige Mengung der einzelnen Bestandtheile. In den relativ olivinarmen Gabbros finden sich locale schlierenartige Anhäufungen von Olivin, welche sich auch in den neugebildeten Serpentin nachweisen lassen. Ausserdem treten auch in den feldspathärmeren Olivingabbros Partien auf, welche vollständig olivinfrei waren und deren Schlierennatur noch deutlich zu erkennen ist.

Derartige Serpentine liegen mir sowohl aus dem Bereiche des Casius, als auch aus dem Kurdengebirge vor. Die Vorkommen des Kurdengebirges, sowie aus der Umgegend von Kesab am Fusse des Dschebel 'Akrah sind dadurch charakterisirt, dass der ursprüngliche Olivin mehr zurücktritt, während sich die Primärgesteine der Serpentine von Lādķīje bereits den Peridotiten näherten, indem der Feldspath und der Diallag dem Olivin an Menge weit nachstanden.

Dass auch die Feldspath-Individuen der Gabbros der Serpentinisirung unterliegen können, ist schon mehrfach angegeben worden, indem von einer Verdrängung des Alkalithonerdesilikates durch das Magnesiahydrosilikat berichtet wird (COSSA, CAPACCI<sup>1)</sup>).

<sup>1)</sup> Cfr. p. 81.



Der Umstand aber, dass für diese Umwandlung bis jetzt keine directen Beweise gegeben wurden, hat ZIRKEL<sup>1)</sup> offenbar veranlasst, an der Möglichkeit einer solchen Umwandlung noch zu zweifeln. Demgegenüber glaube ich nun auf Grund meiner Untersuchungen mit aller Bestimmtheit behaupten zu können, dass die Umwandlung des Feldspaths in Gesteinen, welche der Serpentinisirung unterliegen, durch Verdrängung seiner Bestandtheile durch das Magnesiahydrosilikat unter gewissen Bedingungen stattfinden kann, ja dass selbst Gabbrogesteine, welche keinen Olivin enthalten, welche aber mit Peridotiten oder olivinreichen Gabbros räumlich verbunden sind, in Serpentin übergeführt werden können, wenn die Magnesiahydrosilikatlösungen in die betreffenden Gesteine eindringen.

Diese Serpentine lassen sich, wenn keine Reste der Urmineralien mehr vorhanden sind, nicht leicht als solche erkennen, indem dieselben z. Th. eine Structur besitzen, welche mit der Maschenstructur des Olivinserpentins einige Aehnlichkeit hat, z. Th. aber in Folge von Ausscheidungen von hyaliner Kieselsäure vollständig isotrop erscheinen, so dass ihre Structur verdeckt wird.

Die vorzugsweise in den kurdischen Serpentinien schön entwickelte Structur dieser Pseudomorphosen nach Plagioklas unterscheidet sich bei eingehender Untersuchung wesentlich von der Maschennetzstructur des Olivinserpentins. Um einerseits die Aehnlichkeit mit dieser letzteren, andererseits die Entstehung derselben anzudeuten, möchte ich für diese Structur die im Folgenden stets angewandte Bezeichnung „Pseudomaschenstructur“ in Vorschlag bringen.

Von dem typischen Maschennetze des Olivinserpentins unterscheidet sich dieses Pseudomaschennetz dadurch, dass bei letzterem die Balken zuletzt entstehen, während bei der Umwandlung des Olivin die Balken als erste Bildung auftreten. In letzterem Falle schreitet die Zersetzung von den Spaltrissen aus in den einzelnen Feldern allmählich nach innen fort, bis die ganze Olivin-

---

<sup>1)</sup> ZIRKEL schreibt noch in der letzten Auflage seines Lehrbuches der Petrographie: „Die Uebergänge von diallagführendem Serpentin in Gabbro, von denen in der älteren Literatur viel die Rede ist, sind wohl mit Tschermak so zu deuten, dass der Serpentin hier gar nicht eigentlich als solcher insofern in den Gabbro übergeht, als er ein Umwandlungsproduct desselben darstellt, sondern er sich aus einem feldspathfreien, olivinreichen Gestein entwickelt hat, welches seinerseits mit dem Gabbro einstmals durch Uebergänge in Verbindung stand. Dass wirklich Plagioklas fähig sei, sich in Serpentin umzuwandeln, scheint nie bestimmt nachgewiesen worden zu sein; ein Durchzogensein von serpentinischen Adern ist natürlich nicht hinreichend, eine solche Metamorphose zu bezeugen.“ (49, III, p. 391.)



substanz verschwunden ist. Bei der Bildung des Pseudomaschen-netzes entstehen dagegen zuerst die Felder, welche in den ersten Stadien nur durch schmale Streifen, die zwischen gekreuzten Nikols dunkel bleiben, getrennt sind.

Die Umwandlung des Feldspaths in einen Serpentin, bei welchem wir diese Pseudomaschenstructur typisch entwickelt finden, lässt sich in einem Handstück, welches östlich von Kartal im Kurdengebirge anstehend geschlagen wurde, in schönster Weise verfolgen. Dieses Gestein besteht aus einer hellgrünen, dichten Hauptmasse, in welcher nur spärliche Einsprenglinge des faserig blätterigen Diallagserpentins bemerkbar sind. Dazwischen zeigen sich dunkler gefärbte Partien fleckenartig eingestreut.

Bei mikroskopischer Untersuchung erweist sich die grünliche Hauptmasse als Serpentin, in dem Reste von ziemlich klarem Feldspath eingeschlossen sind. Diese Feldspathe sind durch zuweilen deutliche Zwillingsverwachsung als Plagioklase charakterisirt. Ihre Auslöschung ist nicht einheitlich, sondern undulös, was wohl auf Spannungserscheinungen zurückzuführen ist, die durch die Hydratbildung und die damit verbundene Volumvermehrung veranlasst wurden. Die Deutlichkeit der Zwillingslamellirung ist eine sehr verschiedene, indem neben Individuen, bei welchen die Grenzen sehr scharfe sind, auch Körner vorkommen, welche jene Eigenschaft nur mehr ganz verschwommen erkennen lassen. Bei den letzteren macht sich eine eigenartige Aufwölbung bemerklich; dabei findet offenbar eine Knickung statt, denn die ursprünglich intacten Feldspath-Individuen zerfallen in mehrere Felder und es entsteht dann eine im polarisirten Lichte besonders deutliche Briefcouvertstructur, indem die verschiedenen Theile eine von einander abweichende optische Orientirung besitzen (cfr. Tafel I, Figur 3 und 4). Des Weiteren gewahrt man in den Feldern eine schwache Aggregatpolarisation, was nur dadurch zu erklären ist, dass die ursprünglich homogene Feldspathsubstanz sich in ein Haufwerk feinsten Partikelchen aufzulösen beginnt.

Ueber die mineralogische Natur dieser letzteren lässt sich mit Sicherheit nichts sagen, doch deutet die Thatsache, dass im weiteren Verlaufe der Umwandlung kleine grüne Chloritblättchen sich ausscheiden, darauf hin, dass die zuerst entstandenen Zersetzungsproducte ebenfalls Chloritmineralien sein dürften, welche sich aber wohl durch einen höheren Thonerdegehalt auszeichnen; es entsteht also möglicherweise im ersten Stadium ein amesit-ähnlicher Körper. In Folge der Ausscheidung der winzigen Chloritschüppchen werden die zuvor noch aus einer klaren Substanz bestehenden Partien getrübt und grünlich gefärbt. Wenn, wie dies meist der Fall ist, mehrere solcher Partien beieinanderliegen,



so sind dieselben durch schmale Zonen, welche zwischen gekreuzten Nikols dunkel bleiben, getrennt. Es zeigt sich also zunächst ein Maschennetz mit dunkeln Balken und hellen Feldern, welch' letztere die beschriebene Briefcouvertstructur zeigen.

Diese Strukturverhältnisse besitzt die Hauptmasse des Serpentin von Antiochia, und ich stehe deshalb nicht an, für diesen Serpentin einen lediglich aus Plagioklas und Diallag bestehenden Gabbro als Primärgestein anzunehmen.

In den kurdischen Serpentin finden sich noch eine Reihe weiterer Stadien. Zunächst bilden sich statt der dunkeln Balken zwischen den einzelnen Feldern hell polarisierende Balken, welche aus Serpentinfasern bestehen. Dabei behalten aber die Felder ihre Textur noch bei. Die Fasern der einzelnen Balken sind nicht wie bei dem Olivinserpentin senkrecht zur Längsaxe des Balkens gestellt; im Anfangsstadium sind dieselben vielmehr noch wirr gelagert. Erst in einem weiteren Stadium zeigt sich eine parallele Anordnung dieser Fasern und zwar einheitlich über grössere Partien, welche immer einige Felder umfassen (Fig. 5, Taf. I). Die Felder selbst hellen sich jetzt im polarisirten Lichte nur noch schwach auf, oder erscheinen vollkommen isotrop. Nach und nach verschwinden aber auch diese Felder, indem die Serpentinfasern in dieselben eindringen und sie förmlich aufzehren, so dass zuletzt ein parallelfaseriger Serpentin entsteht, in welchem von der ursprünglichen Structur nichts mehr zu sehen ist.

Es bildet sich also auf diese Weise ein dem bastitartigen Diallagserpentin ähnliches Product, welches sich von diesem nur durch das Fehlen der Blätterigkeit und in Folge dessen durch den Mangel des schillernden Glanzes auf frischem Bruche unterscheidet. Diese Serpentinpartien haben annähernd rundliche Form. In jeder einzelnen Partie sind die Serpentinfasern parallel angeordnet; dagegen ist die Richtung dieser Fasern für jede Partie verschieden, so dass im polarisirten Lichte bei Dunkelstellung einer derselben die angrenzenden sich mehr oder weniger aufhellen.

Die Umwandlung scheint indess auch mit diesem Stadium noch nicht beendet; denn in manchen dieser Serpentinester gewahrt man bei Dunkelstellung kleine hellpolarisierende Flecken, welche die beginnende Umlagerung des parallelfaserigen in radialfaserigen Serpentin andeuten. Dieser Umwandlungsprocess ist allem Anschein nach durch moleculare Umlagerungen hervorgerufen, denn man kann deutlich beobachten, wie der parallelfaserige Serpentin in radialfaserig struirten Pikrolith<sup>1)</sup> und dieser

<sup>1)</sup> BRAUNS (12, p. 316) unterscheidet diesen radialfaserigen Serpentin als Pikrolith von dem parallelfaserigen Metaxit; dementsprechend



wieder in parallelfaserigen Metaxit übergeht, wobei der letztere durch seine makroskopisch stengelige Beschaffenheit und seine lauchgrüne Farbe sich von dem makroskopisch dichten und dunkelgefärbten Faser serpent in unterscheidet. Die Metaxitstengel wachsen schräg aus der Pikrolithmasse heraus und bilden bis 1 cm dicke Adern und Trümmerchen, die man auf den ersten Blick hin für Secretionsgebilde halten möchte. Doch zeigt die genauere Untersuchung und namentlich die erwähnte innige Verwachsung mit Pikrolith in deutlicher Weise, dass diese Deutung nicht angängig ist und der Metaxit vielmehr eine längs präexistirender Spalten erfolgte Neubildung darstellt, deren Entstehung wohl mit der auf diesen Hohlräumen ermöglichten Zufuhr von Magnesiahydrosilikatlösungen zusammenhängt.

Schematisch würde der Vorgang also folgendermaassen sein:

Pikrolith  $\leftarrow$  Metaxit  $\leftarrow$  Gabbroserpentin  $\rightarrow$  Metaxit  $\rightarrow$  Pikrolith  
 $\rightarrow$  Metaxit (mit Pseudomaschenstructur) Metaxit  $\leftarrow$

Zwischen dem Metaxit der Adern und dem an ihn angrenzenden Pikrolith kann, wie erwähnt, keine scharfe Grenze gezogen werden, indem diese beiden Mineralien allmählich in einander übergehen. Denn der Metaxit besitzt dort, wo er an den Pikrolith angrenzt, noch keine reine Parallelstructur. Zahlreiche kleine Serpentin faserchen zeigen vielmehr noch eine schwache Ablenkung von der sonst einheitlich parallelen Richtung.

Wenn man nach dem Grund dieser eigenartigen Umlagerungsvorgänge, welchen die Serpentin substanz hier unterworfen war, fragt, so muss zunächst der Umstand in Betracht gezogen werden, dass das Mineral, welches hier umgewandelt wurde, thonerdehaltig war, dass also bei dessen Umsetzung in Serpentin durch Austausch des Thonerdesilikates gegen das Magnesiahydrosilikat ersteres eine wichtige Rolle zu spielen hatte. Die Mineralien, welche bei diesem Verdrängungsprocess zuerst entstehen, gehören jedenfalls der Chloritgruppe an, und zwar werden sich Anfangs der thonerdereiche Amesit, später die magnesiareichen Chlorite, Klinochlor und Pennin, bilden, bis zuletzt die Thonerde ganz verschwunden und an Stelle der Chlorit mineralien der reine Serpentin getreten ist. Ist bereits soviel Thonerde verdrängt, dass bei weiterer Zufuhr von Magnesiahydrosilikat kein magnesiareicheres Chlorit mineral sich mehr bilden kann, so beginnt die Bildung der Serpentinbalken. Es scheint, dass der Thonerdegehalt in diesem

habe ich im Folgenden diese Namen im Sinne von BRAUNS angewendet und zwar auch für den dichten Serpentin, wenn sich in demselben diese Texturunterschiede bemerkbar machen.



Falle noch zu hoch ist, um auf die Anordnung der Serpentinfasern eine Wirkung auszuüben; es bildet sich deshalb parallelfaseriger Metaxit und noch kein Pikrolith; erst wenn die Thonerde bis auf Spuren verdrängt ist, wird der entstandene Metaxit in Pikrolith umgelagert. Also geringe Spuren von Thonerde scheinen die Bildung der Pikrolithtextur zu begünstigen. Wenn auch diese Spuren Thonerde ausgelaugt sind, macht sich das Bestreben der Serpentinfasern, sich zu parallelfaserigen Aggregaten anzuordnen, wieder geltend, indem wiederum eine Umlagerung in Metaxit stattfindet.

Eine ähnliche Umwandlung des Feldspaths glaubte HARE (20, p. 30) in dem Serpentin von Reichenstein in Schlesien zu erkennen. Er betrachtet den Metaxit und den Pikrolith als Stadien in der Zersetzung des Feldspaths, welche in der Entstehung von Chrysotil (reinem Serpentin) endigt, und bestimmte den Thonerdegehalt des Metaxits auf 23,44 pCt., den des Pikroliths auf 16,97 pCt. BRAUNS (12, p. 27) bezweifelt deshalb nicht ohne Grund die Richtigkeit dieser Analysen, bezw. die Reinheit des zur Analyse verwendeten Materials. Es scheint aber, dass HARE thatsächlich die Umwandlung des Feldspaths in Serpentin beobachtet, aber verkannt hat, dass sich als Zwischenstadien chloritische Mineralien bilden, welche wir im Sinne von KENNGOTT (24) unter dem Namen Pseudophit zusammenfassen können.

Die Pseudomaschenstructur konnte ich in mehreren kurdischen Serpentin nachweisen. Ausserdem zeigt auch ein Serpentin aus der Gegend von Kesab am Fusse des Dschebel 'Akrah ganz ähnliche Structurverhältnisse, jedoch sind sie in Folge der schon weit vorgeschrittenen Umwandlung weniger deutlich.

Die chemische Untersuchung zweier Serpentine des Kurdengebirges, welche ihrer Structur nach aus Olivingabbros entstanden sind, ergab folgende Resultate:

|                 | I.            | II.         |
|-----------------|---------------|-------------|
| Glühverlust     | = 12,63 pCt.  | 13,12 pCt.  |
| Kieselsäure     | = 39,69 „     | 40,54 „     |
| Thonerde        | = 14,39 „     | 3,59 „      |
| Eisenoxyd       | = 7,51 „      | 5,91 „      |
| Magnesia        | = 25,91 „     | 37,20 „     |
| Kalk und Natron | = Spuren      | —           |
| Summa           | = 100,13 pCt. | 100,36 pCt. |

Durch diese Analysen wird der Austausch der Thonerde gegen das Magnesiahydrosilikat in deutlichster Weise bestätigt. In dem Gestein I befinden sich noch die ersten Stadien der Um-

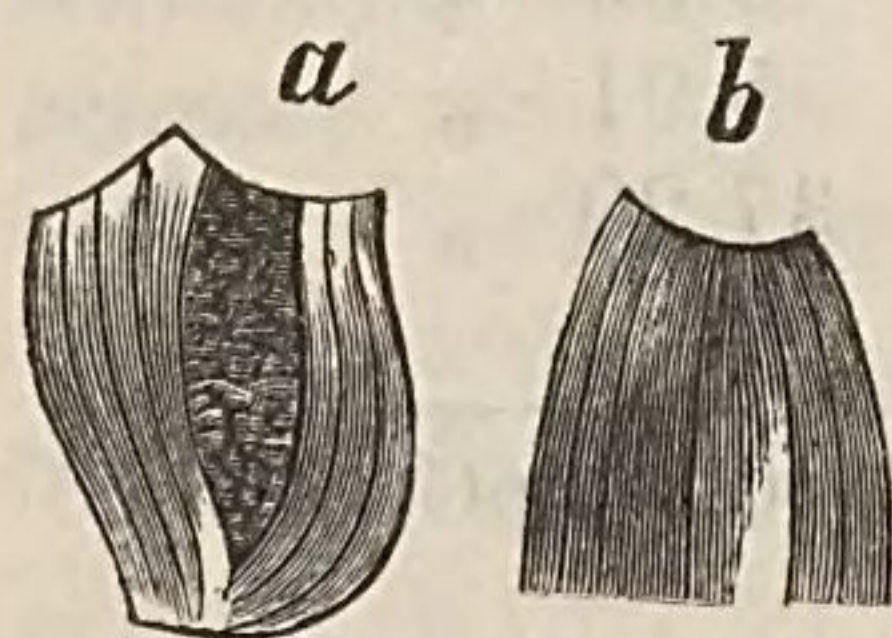


wandlung des Feldspaths, dementsprechend auch ein hoher Thonerdegehalt. Dagegen ist das Gestein II bereits in einen fast reinen Serpentin übergeführt, welcher durch Pseudomaschenstructur charakterisirt ist. Der geringe Thonerdegehalt von 3.6 pCt. in dem Gestein II legt die Vermuthung nahe, dass die Felder des Pseudomaschennetzes wenigstens z. Th aus Serpentin bestehen. Vielleicht sind es Aggregate von Klinochlor, welche mit Serpentin innig verwachsen sind. Es scheint, dass diese Aggregate unregelmässig radialstrahlige Anordnung besitzen, da die Felder häufig ein interferenzkreuzartiges Polarisationsbild zeigen.

BECKE (2, p. 470) giebt von einem aus Olivin entstandenen Serpentin von Nezeros in Thessalien eine Beschreibung, welche auf den mit Pseudomaschenstructur versehenen Serpentin vollkommen passt: „Stellenweise ist auf grosse Strecken das Netz rechtwinkelig entwickelt, entsprechend der rechtwinkeligen Spaltbarkeit des Olivin, an anderen Orten sind die Maschen ganz unregelmässig rundlich und polygonal. Die Mittelfelder dieses hellen Netzwerkes erscheinen entweder ganz dunkel oder sie zeigen eine schwache Aufhellung, indem schwach doppeltbrechende Fasern auftreten, die bald von den vier Seiten her gegen die Mitte gerichtet sind und das Mittelfeld in vier Sektoren zerlegen, oder auch ganz gesetzlos in einem Büschel das Mittelfeld durchwachsen.“ Ich bin weit entfernt zu behaupten, dass hier ebenfalls aus Feldspath entstandener Serpentin vorliegt, weil diese von BECKE beschriebenen Partien der Beschreibung nach zufällig mit dem durch Pseudomaschenstructur ausgezeichneten Serpentin Uebereinstimmung zeigen; doch scheint mir jene Möglichkeit durchaus nicht ausgeschlossen und das Object jedenfalls einer nochmaligen Untersuchung von diesem Gesichtspunkte aus werth.

Der Serpentin von Kesab zeigt in deutlichster Weise, dass auch bei der Umwandlung des Olivin Felder entstehen können, welche von denen des Pseudomaschennetzes nur schwer unterschieden werden können. Doch lässt sich auch hier auf Grund

Textfigur 4.



Felder des Olivin-serpentine.  
(im polar. Licht.)

der verschiedenen Bildungsweise ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal feststellen. Die Felder des Olivinserpentine zeigen stets schaligen Bau, indem dieselben dadurch entstehen, dass sich an die zuerst entstehenden Balken immer neue Lagen ansetzen, bis ein einheitliches Feld entsteht. Im Innern dieser Felder findet sich häufig noch ein Aggregat von wirrgelagerten Serpentinefasern (Fig. 4a); aber auch diese ordnen sich schliesslich noch in gleichem Sinne an



(Fig. 4b). Da die zuerst entstandenen Balken oft einen gebogenen Verlauf haben und die rhombisch orientirten Serpentinfasern sich senkrecht zur Achse dieser Balken stellen, so löschen diese Felder im polarisirten Lichte nie vollkommen aus, es zeigt sich dagegen ein mehr oder weniger gestörtes Interferenzkreuz, je nachdem die Felder mehr quadratische oder ovale Form besitzen.

Von den andern wesentlichen Bestandtheilen der Primärgesteine dieser Serpentine interessirt uns zunächst der Olivin, bzw. die aus ihm entstandenen Umwandlungsproducte. Wie schon oben bemerkt, war dieser Bestandtheil diesen Gesteinen nicht gleichmässig beigemengt. In den im Allgemeinen olivinarmen Gesteinen fanden sich locale Anhäufungen, welche als Schlierenbildungen aufgefasst werden müssen. Der aus diesem Olivin entstandene Serpentin zeigt z. Th. die für denselben typische Maschenstructur, z. Th. aber besteht er aus einem wirrfaserigen Aggregat. Die einzelnen Fäserchen gruppiren sich in kleine radialstrahlige Faserbüschel. Das ganze Aggregat besteht aus einem wirren Haufwerk dieser kleinen Faserbüschel; es ist also eine Art dichter Pikrolith. Es scheint, dass hier ebenfalls schwach thonerdehaltige Lösungen diese Bildung hervorgerufen haben, indem ich diese Art der Umwandlung des Olivin nur in diesen Olivingabbros beobachten konnte und zwar häufig nur da, wo in der Nähe auch Umlagerung des dichten Serpentin in Pikrolith stattgefunden hatte. Wenn der Olivin local die übrigen Componenten an Menge überwiegt, so fungiren diese letzteren, der Feldspath und der Diallag, als Ausfüllungsmasse zwischen den Olivinen, wie in olivinreichen Gesteinen häufig beobachtet werden kann. Auf diese Structurverhältnisse komme ich bei den olivinreichen Gabbros noch zurück.

Eine weitaus grössere Rolle, als der Olivinserpentin, spielt in diesen aus olivinarmen Gabbros entstandenen Gesteinen der serpentinisirte Diallag, welcher seines bastitartigen Aussehens wegen in diesen dichten Serpentin schon makroskopisch durch seinen schillernden Glanz, sowie durch seine faserig-blätterige Beschaffenheit auffällt. Diese Einsprenglinge erreichen in dem Serpentin von Kesab eine Grösse von etwa 0,5 cm Durchmesser, sind dagegen in den kurdischen Serpentin weitaus kleiner entwickelt. Es scheint demnach, dass das Primärgestein des Serpentin von Kesab grobkörniger war, als diejenigen der betreffenden Serpentine des Kurdengebirges. Da diese Pseudomorphosen nach Diallag nie automorphe Begrenzung zeigen, so ist es wahrscheinlich, dass diese Primärgesteine die für die Gabbros charakteristische granitisch-körnige Struktur besessen haben.

Bezüglich der Umwandlung des Diallag in den bastitähnlichen



Serpentin ist zu bemerken, dass wie in dem Serpentin von Antiochia auch in dem Serpentin von Kesab erst eine Umwandlung dieses Minerals in Uralit stattgefunden zu haben scheint. Allerdings konnte ich keinen sicheren Anhaltspunkt dafür finden. In dem Gestein von Kesab zeigt aber dieser Diallag - Serpentin noch eine Beschaffenheit, welche ein uralitisches Zwischenstadium wenigstens vermuthen lässt. Man erkennt schon im gewöhnlichen Lichte die faserige Structur dieses Zersetzungsproductes, welches eine grauliche Farbe besitzt und schwache Absorptionsunterschiede zeigt. Faserige Hornblende ist aber mit Sicherheit nicht zu erkennen. Im polarisirten Lichte erscheint das parallelfaserige Aggregat von kleinen isotropen Partien in Folge von Opaleinlagerung unterbrochen. Dasselbe ist auch in den Uraliten des Gabbros von Lādikīje der Fall. Allem Anschein nach ist der Diallag auch in einem Theil der in Serpentine umgewandelten Gabbrogesteine Nordsyriens zuerst in Uralit pseudomorphosirt worden; und erst dieser Uralit wurde bei den später erfolgten Serpentinisirungsprocessen in parallelfaserigen Serpentin umgewandelt. Von einer derartigen Umwandlung berichtet uns G. H. WILLIAMS (45, p. 57) von dem Diallag der Olivingesteine aus der Gegend von Baltimore: „The alteration of the pyroxene of the olivine rocks seems to be at first always to some form of hornblende“. Nach COSSA<sup>1)</sup> fand derselbe Vorgang in den Gabbrogesteinen des Monteferrato (Prato) statt.

In den Serpentin des Kurdengebirges scheinen diese Diallage direct in Serpentin umgewandelt worden zu sein. Dieser Diallagserpentin stimmt nämlich mit dem von BECKE (2, p. 474) beschriebenen Umwandlungsproduct eines Diallagfels von Neokhori in Thessalien ziemlich überein. BECKE giebt von diesem Diallag folgende Beschreibung: „Die Bildung der Umwandlungsproducte geschah hierbei in so engem Anschluss an die Diallagstructur, dass man dieselbe deutlich an dem Umwandlungsproduct erkennen kann. Man sieht noch die deutlichen Absonderungsflächen nach 100, die matten Flächen nach 010, die man fast ebenso leicht wie beim unveränderten Diallag beliebig hervorrufen kann. Dagegen zeigen sich die optischen Eigenschaften stark geändert. Nach 100 abgespaltene Blättchen zeigen im Nörremberg zwar ziemlich gute Auslöschung, aber kein Axenbild.

<sup>1)</sup> COSSA theilt darüber folgendes mit (16, p. 243): „Alla stessa conclusione si arriva considerando l'altro componente principale della roccia cioè il diallagio, nel quale sono evidentissimi gli indizi di paramorfosi in un aggregato di minerali fibrosi e che presentano i caratteri della smaragdite e dell' attinoto ed in una materia serpentinosa.“



Im Dünnschliff ist die Structur des Diallag in dem grünlich-gelben faserigen Umwandlungsproduct so vollkommen erhalten, dass man dasselbe im gewöhnlichen Lichte für Diallag halten könnte. Im polarisirten Lichte erkennt man deutlich die faserige Zusammensetzung. Die einzelnen Fasern liegen parallel mit der Hauptaxe des Diallag, sie zeigen rhombische Orientirung und meist gelblich-weiße Polarisationsfarben; zu beiden Seiten von quer verlaufenden Spalten zeigt dieses faserige Mineral lebhaft blaue Interferenzfarben. Ich vermag nicht zu entscheiden, ob hier eine weitere Umwandlung vorliegt oder ob in ähnlicher Weise, wie dies am Bronzit beobachtet werden kann, die zuerst umgewandelten Partien etwas anders entwickelt sind, als die inneren Theile der Pseudomorphose.“ In den Serpentin des Kurdengebirges zeigen diese parallelfaserigen Zersetzungsproducte des Diallag, welche sonst vollkommen mit dem von BECKE beschriebenen übereinstimmen, meist die lebhaft blauen Polarisationsfarben. Nur in wenigen Fällen konnte ich einen Uebergang in Partien beobachten, welche durch gelblich-weiße Interferenzfarbe charakterisirt sind. Diese Partien zeigen meist rhombische Orientirung, seltener kommt es vor, dass sie schief auslöschen.

Das hellbläulich polarisirende Product ist ein reiner Serpentin. Wahrscheinlich entsteht das von BECKE beschriebene Zersetzungsproduct bei dem Serpentinisirungsprocess als Zwischenstadium, während der parallelfaserige Diallagserpentin, wie er in den kurdischen Serpentin auftritt, das Endproduct dieser Umwandlungsvorgänge darstellt.

Von accessorischen Bestandtheilen spielt der Magnetit der Menge nach die grösste Rolle. Derselbe tritt im Allgemeinen in kleinen unregelmässigen Körnern in dem Serpentin eingestreut auf und zwar vorzugsweise in dem Olivinserpentin, wo diese Magnetitkörnchen in Reihen in der Mitte der Balken des Maschennetzes angeordnet sind, so dass diese Structur schon im gewöhnlichen Lichte deutlich hervortritt. Auch in dem Diallagserpentin finden sich häufig Einlagerungen von Magnetit auf den Absonderungsflächen. Seltener dagegen erscheint dieser Bestandtheil in dem aus Plagioklas entstandenen Serpentin, doch fehlt er auch hier nicht ganz. Stellenweise finden sich neben den unregelmässigen Körnern auch quadratische und sechseckige Durchschnitte, welche aber auch dem Chromit oder dem Picotit angehören können.

Dass Chromit oder Picotit in diesen Gesteinen vorkommt, wurde durch die chemische Untersuchung bewiesen, indem der nach dem Behandeln des Gesteinspulvers mit Salzsäure erhaltene Rückstand eine smaragdgrüne Boraxperle ergab. Der Chromgehalt stammt vielleicht ursprünglich von einem in dem Gabbro



enthaltenen Chromdiopsid. Ob das jetzt vorliegende chromhaltige Mineral Chromit oder Picotit ist, konnte ich nicht nachweisen, da zu einer genauen chemischen Untersuchung zu wenig Material vorhanden war.

In einem dieser Serpentine sind zahlreiche kleine Nadelchen eingelagert, welche mit Rutil grosse Aehnlichkeit besitzen. Da sie zu klein waren, um auf optischem Wege ihre Natur mit Sicherheit erkennen zu lassen, wurde eine grössere Menge des Gesteinspulvers nach der Vorschrift von SAUER (38, p. 572) behandelt. Da sie bei Digeriren mit Flusssäure sich lösten, so konnte von Rutil keine Rede mehr sein. Der durch Ausziehen des Gesteinspulvers mit Salzsäure erhaltene Rückstand wurde mit saurem schwefelsaurem Kali zusammengeschmolzen. Dabei waren die Nadelchen ebenfalls verschwunden; dagegen hatte sich Gyps gebildet, welcher durch mikrochemische Untersuchung in seinen charakteristischen Formen nachgewiesen werden konnte. Es scheint, dass hier ein secundär gebildeter, kalkreicher Turmalin vorliegt.

Gabbroserpentine, in deren Primärgesteinen der Olivin ein reichlicher oder sogar vorwiegender Bestandtheil war, traf BLANCKENHORN etwa eine halbe Stunde östlich von Lādķīje, den Kreideschichten stockförmig eingelagert, an. Es sind dichte Gesteine von wechselnder Färbung, welche im Wesentlichen aus einer dunkelgrünen bis blaugrünen Hauptmasse bestehen, in welcher grössere oder kleinere, weisslichgrüne, mattglänzende Partien eingesprengt sind, so dass das ganze Gestein ein marmorirtes Aussehen besitzt. Die grösseren hellen Partien sind Schlierenbildungen, wie die mikroskopische und chemische Untersuchung ergibt. Schon mit unbewaffnetem Auge fällt es auf, dass die helleren Partien nicht unvermittelt gegen die dunklere Serpentinmasse absetzen, sondern ein allmählicher Uebergang stattfindet. Demnach liegen hier keine Serpentinadern vor. Die kleineren hellen Flecken zeigen unregelmässig verzweigte Umrisse. Im Allgemeinen nehmen sie, je weiter sie von den weisslichen Schlieren entfernt sind, an Grösse und Häufigkeit ab; bisweilen geht ihre helle Farbe in eine dunklere violette Nüance über, was vielleicht durch Einlagerung von Eisenoxyden hervorgerufen wird.

Im ganzen Gestein, auch in den hellen Schlieren finden sich zahlreiche Einsprenglinge von schillerndem, blätterig-faserigem Diallagserpentin, welcher, wie in den übrigen Gabbroserpentin, ein bastitartiges Aussehen besitzt. In einem Handstück dieses Fundortes sind sowohl die weisslichgrünen Schlieren, wie der angrenzende dunkelgrüne Serpentin von Adern hellbläulichgrüner bis lauchgrüner Serpentinsubstanz durchzogen, über deren secretionäre Natur selbst bei oberflächlicher Betrachtung kein Zweifel bestehen



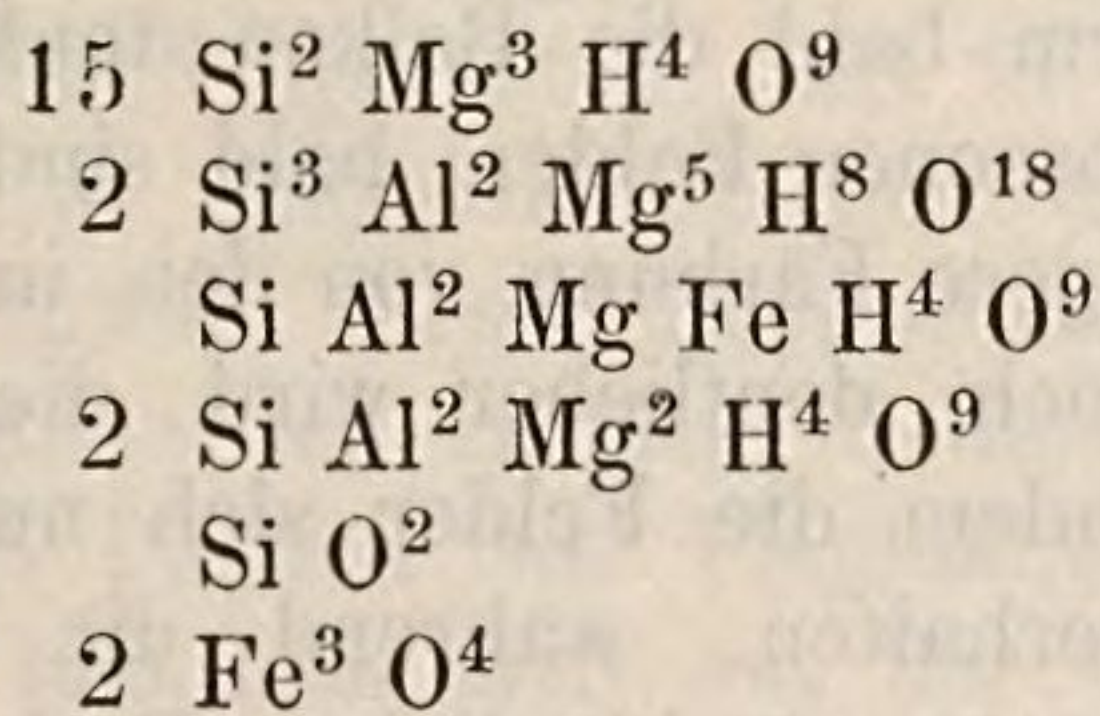
kann. — Die Schlieren unterscheiden sich nicht nur durch ihre makroskopische Beschaffenheit von dem dunkelgrünen Serpentin, sondern auch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung. Eine Trennung beider Partien konnte unschwer vorgenommen werden, so dass ich in der Lage war, zwei Sonderanalysen auszuführen.

Die Analyse des dunkelgrünen Serpentins ergab folgendes Resultat:

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Glühverlust . . | 13,40 pCt.  |
| Kieselsäure . . | 34,88 „     |
| Eisenoxyd . .   | 9,42 „      |
| Thonerde . .    | 8,08 „      |
| Magnesia . .    | 34,62 „     |
| Kalk . .        | 0,56 „      |
| <hr/>           |             |
| Summa           | 100,96 pCt. |

| Hieraus             |           | Atomquotient. |     |
|---------------------|-----------|---------------|-----|
| H . . .             | 1,48 pCt. | 1,480         | 100 |
| Si . . .            | 16,40 „   | 0,577         | 40  |
| Fe . . .            | 6,59 „    | 0,117         | 8   |
| Al . . .            | 4,28 „    | 0,154         | 10  |
| Mg . .              | 20,87 „   | 0,857         | 60  |
| O <sup>1)</sup> . . | 50,38 „   | 3,148         | 216 |
| <hr/>               |           |               |     |
| 100,00 pCt.         |           |               |     |

Man könnte dies unter Vernachlässigung des geringen Kalkgehaltes deuten etwa als eine Mischung von 15 Mol. Serpentin, zwei Mol. Klinochlor, drei Mol. Amesit mit einem Mol. Opal und zwei Mol. Magnetit.



Dagegen besitzen die weisslichgrünen Schlieren folgende procentische Zusammensetzung:

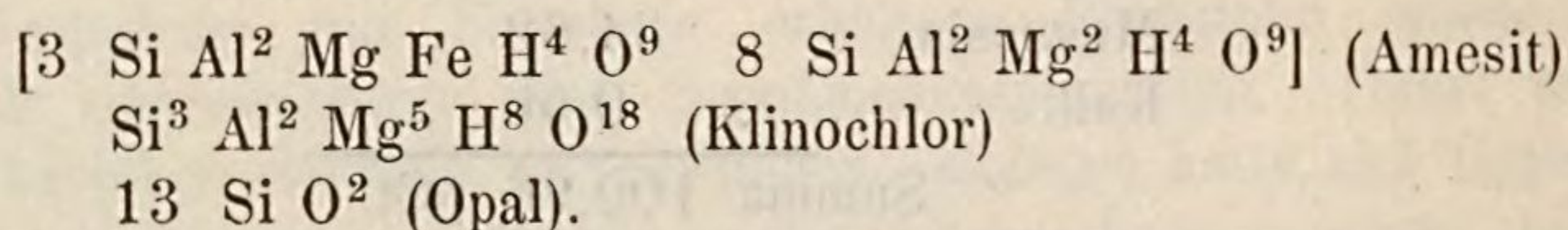
|                 |            |
|-----------------|------------|
| Glühverlust . . | 13,92 pCt. |
| Kieselsäure . . | 35,34 „    |
| Eisenoxydul . . | 4,62 „     |
| Thonerde . . .  | 25,78 „    |
| Magnesia . . .  | 20,10 „    |
| (Kalk) . . . .  | 0,57 „     |
| <hr/>           |            |
| 100,33 pCt.     |            |

<sup>1)</sup> Aus der Differenz berechnet.



|                     |             | Atomquotient. |     |
|---------------------|-------------|---------------|-----|
| H . . .             | 1,54 pCt.   | 1,540         | 72  |
| Si . . .            | 16,60 „     | 0,592         | 27  |
| Fe . . .            | 3,59 „      | 0,064         | 3   |
| Al . . .            | 13,66 „     | 0,503         | 24  |
| Mg . .              | 12,13 „     | 0,497         | 24  |
| O <sup>1)</sup> . . | 52,48 „     | 3,255         | 150 |
|                     | 100,00 pCt. |               |     |

Für die mineralogische Natur der Schliere ergibt sich demnach etwa folgendes Bild:



Dass thatsächlich in den Schlieren ein Thonerde - haltiges Magnesiasilicat in Form von chloritischer Substanz (Pseudophit) vorliegt, beweist der mikroskopische Befund.

Wie schon bei makroskopischer Betrachtung der Unterschied der zwei verschiedenartig beschaffenen Partien sich durch die Färbung bemerkbar macht, so ist dies auch bei mikroskopischer Untersuchung hinsichtlich der structurellen Ausbildung und mineralogischen Zusammensetzung der Fall. Die dunkelgrüne Hauptmasse ist überall durch die typische Maschenstructur des Olivin-serpentins ausgezeichnet, welche schon im gewöhnlichen Lichte häufig durch die Anordnung der Magnetitkörnchen kenntlich wird. Oft tritt sie auch durch eine verschiedene Färbung der Serpentin-substanz hervor, indem bald die Balken dunkler gefärbt erscheinen, als die eingeschlossenen Felder, bald sind es letztere, welche sich durch ihre kräftigere Färbung von den in diesem Falle hellen Balken abheben. Noch deutlicher wird dieses Structurbild im polarisirten Lichte, indem die Felder sich nur schwach aufhellen oder ganz isotrop verhalten, während die mehr oder weniger breiten Balken sich stets mit bläulicher Farbe aufhellen.

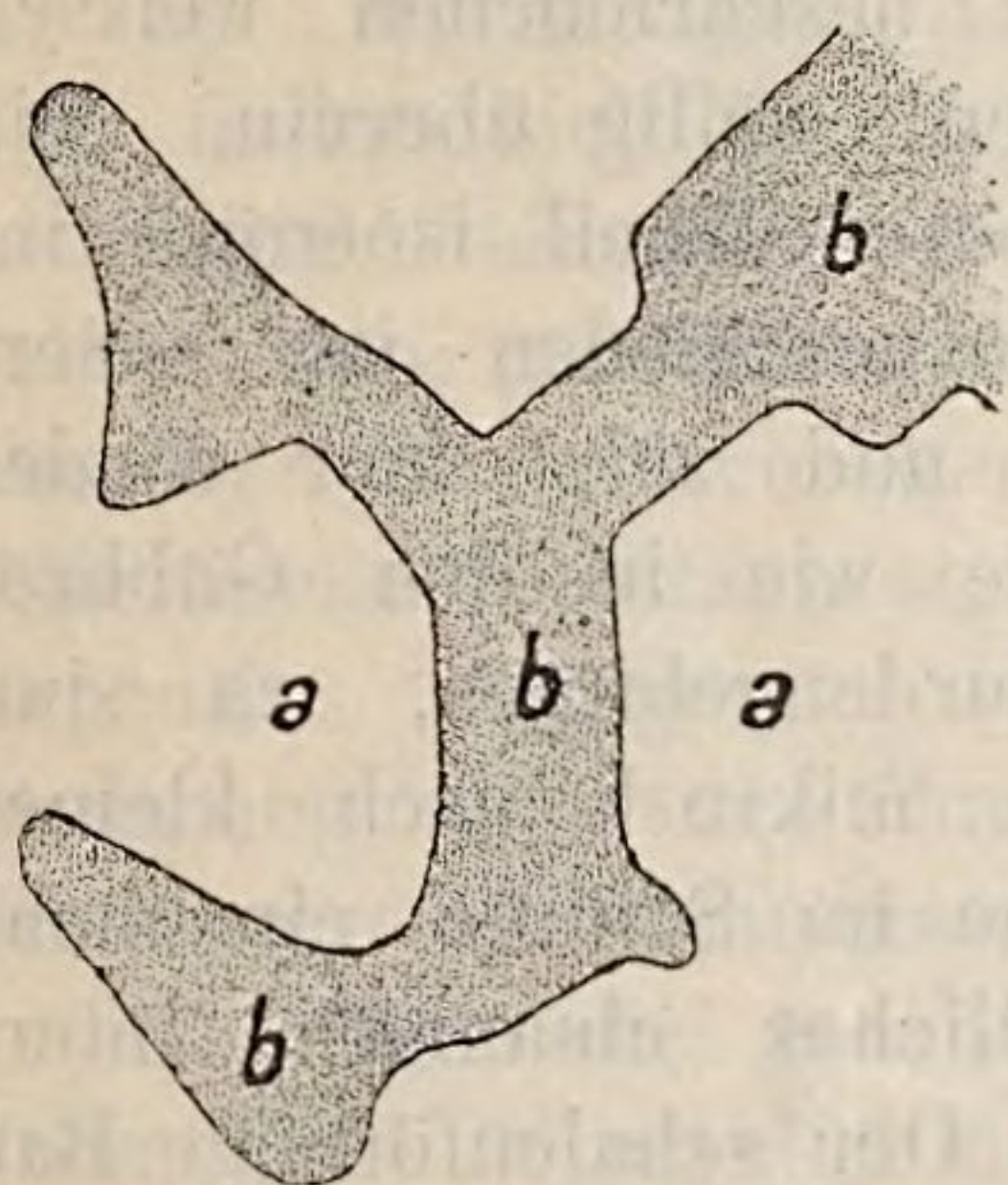
In dieser aus Olivin hervorgegangenen Hauptmasse liegen kleine, meist nach einer Richtung gestreckte Partien, welche theils den schon bei makroskopischer Betrachtung auffallenden kleinen, weisslichen Flecken entsprechen, theils sich als parallel-faseriger Diallagserpentin zu erkennen geben. Die Umrisse dieser Partien wurden durch die Gestalt der angrenzenden ursprünglichen Olivin - Individuen bedingt, indem der Olivin als erstes Ausscheidungsproduct noch verhältnissmässig gut idiomorph sich

<sup>1)</sup> Aus der Differenz berechnet.



entwickelte, während die Mineralien, aus welchen die hellen Partien entstanden, nur als Ausfüllungsmasse zwischen den Olivinen dienten. Die Umrisse der helleren Flecken lassen die Formen

Textfigur 5.



- a Olivinserpentin.  
b Aus Diallag oder Plagioklas entstandene Partien.

des ursprünglichen Olivin noch sehr gut erkennen. Meist besaßen die Olivinkörner abgerundete Formen, nicht selten sind aber auch krystallographisch begrenzte Partien erhalten. (Fig. 5.) Infolge dieser Ausbildung des Olivin greift die Ausfüllungsmasse zwickelartig in die Olivinserpentin-Masse ein.

Im polarisirten Lichte unterscheiden sich die Diallagserpentin-Partien leicht von den weisslichen Flecken, indem sie die charakteristische parallele Faserung erkennen lassen, während diese meistens isotrop erscheinen durch Ausscheidung opalartiger Kieselsäure. Nur selten findet schwache Aufhellung statt.

In diesem Falle sieht man entweder ein verworren filziges Aggregat oder schuppige Massen einer serpentinähnlichen Substanz.

In einigen dieser Flecken konnte ich ein System von annähernd in derselben Richtung unregelmässig verlaufenden Rissen beobachten, welche diese Flecken quer zur Längserstreckung durchziehen. Dieses System von Rissen erscheint in der Mitte schwach zusammengeschnürt (Taf. I, Fig. 6). Genau dasselbe Bild bietet ein Olivingabbro von Volpersdorf, wo in Zersetzung begriffener Feldspath von ebenso charakteristischen Rissystemen durchsetzt wird. Auf Grund sowohl dieser Beobachtung, als auch des Analysen-Resultates glaube ich zu dem Schlusse berechtigt zu sein, dass die weisslichen Partien aus Plagioklas hervorgegangen sind. Da sie vollständig identisch sind mit der weisslichen Hauptmasse der Schlieren, und da in letzteren ein Thonerdegehalt von nahezu 26 pCt. nachgewiesen wurde, so muss auch für die kleinen Flecken ebenfalls ein verhältnissmässig hoher Thonerdegehalt angenommen werden. Dies geht auch aus der Analyse der dunkelgrünen, wesentlich aus Olivinserpentin bestehenden Partien hervor, in denen diese vereinzelt weisslichen Flecken, welche sich nicht sondern lassen, vorhanden sind, und von denen offenbar der unerwartet hohe Thonerdegehalt von 8 pCt. herrührt.

Sowohl in den aus Plagioklas entstandenen Partien, als auch in dem Diallagserpentin finden sich häufig Einschlüsse von rundlich begrenztem Olivinserpentin. Diallag und Plagioklas waren



jedenfalls jüngere Ausscheidungen als der Olivin. Z. Th. mag der Diallag auch noch jünger sein als der Feldspath, indem der Diallagserpentin nicht selten auch ursprünglichen Plagioklas umschliesst.

In den weisslichgrünen Schlieren fehlt der Olivin vollständig. Die helle Hauptmasse stimmt mit den beschriebenen weissen Flecken, welche aus Feldspath entstanden, völlig überein. Sie erscheint im polarisirten Lichte zum grossen Theil isotrop, indem auch hier opalartige Kieselsäure ausgeschieden ist. Serpentin findet sich an einzelnen Stellen und zeigt hier wieder Pikrolithtextur, aber nicht in der Weise wie in den Gabbro-

Textfigur 6.



Pikrolithsphärolith  
(stark vergrössert).

serpentin des Kurdengebirges; es sind vielmehr Aggregate mikroskopisch kleiner Sphärolithen, welche im Schlitze ein mehr oder weniger deutliches einaxiges Interferenzkreuz zeigen. Der schalenförmige Bau der Sphärolithen giebt sich im polarisirten Lichte dadurch zu erkennen, dass isotrope Zonen, vielleicht aus Opal bestehend, mit polarisirenden abwechseln (Fig. 6).

Der Hauptsache nach bestehen die weisslichen Schlieren, wie schon erwähnt, aus chlorithischen Mineralien, Klinochlor und Amesit, welche sich z. Th. schon im gewöhnlichen Lichte an ihrer grünen Farbe zu erkennen geben. Im polarisirten Lichte zeigen dieselben stets die charakteristischen blauen Farben.

Auch hier erfolgt allem Anschein nach einerseits ein Einwandern des Magnesia-Hydrosilicats, andererseits infolge dessen eine Verdrängung des Thonerdesilicats. Diese Art der Umwandlung des Feldspaths in Serpentin wurde schon von LOTTI und CAPACCI erwähnt<sup>1)</sup>. Sie sprechen nicht nur die Ansicht aus, dass das Magnesiahydrosilikat im Stande sei, die Bestandtheile des Feldspaths vollständig zu verdrängen, sondern auch, dass der Feldspath diesen Zersetzungsprocessen weit rascher unterliege als der Diallag.

Die bei diesen Verdrängungsprocessen entstandenen chloriti-

<sup>1)</sup> LOTTI (27, Sep.-Abdr. p. 13) äussert sich hierüber mit folgenden Worten: „Avviene spesso in questo caso di osservare il feldspato saussurite parzialmente o totalmente convertito in serpentina pur rimanendo quasi inalterato il diallaggio.“ Dieselbe Beobachtung machte CAPACCI (14, Sep.-Abdr. p. 12) bei der Untersuchung der Serpentine und Gabbrogesteine des Monteferrato (Prato): „... il diallaggio serba ancora il suo carattere ma il feldspato si arricchisce a poco a poco in magnesia, passa per un stato in cui è costituito da un miscuglio a parti uguali di silicati di allumina e magnesia per terminare poi in una massa che è un vero e proprio serpentino.“



schen Mineralien gehen z. Th. in Lösung und werden an anderen Stellen, sei es auf Klüften oder in Nestern wieder abgesetzt. In den weisslichen Schlieren des Olivingabbros von Lādķīje zeigt sich, dass die chloritische Substanz zunächst in den blätterigen Diallagserpentin eingewandert ist, wodurch dieser ein eigenartiges Aussehen erhält. Je nach der Schnittlage findet sich in den einzelnen Individuen ein System von parallelen, einander mehr oder weniger genäherten schmalen Balken von grünlicher Farbe, welches von wenigen Querstreifen derselben Art durchzogen wird. Dies rührt davon her, dass die chloritische Substanz sich zwischen den Spaltblättern des Diallagserpentins einlagert. Die Querstreifen entsprechen einer Absonderung nach der Basis. Ist der Schnitt durch einen solchen Diallagserpentin annähernd senkrecht zu den Spaltflächen geführt, so sieht man die grünlichen Balken dicht gedrängt, während in einem Schiffe parallel den Spaltblättern nur noch die Querbalken sichtbar bleiben und statt der ersteren unregelmässig ausgebreitete grüne Flächen erscheinen. In Schnitten, welche eine Mittelstellung zwischen beiden angeführten haben, wird man dichtere oder weniger dichte Streifung beobachten können, je nachdem der Schnitt sich mehr der senkrecht oder der parallel zu den Spaltblättern geführten Richtung nähert.

In einigen dieser Diallagserpentine beobachtete ich dieselbe graue faserige Substanz, wie in dem Gabbroserpentin von Kesab. Demnach wäre es möglich, dass auch in diesen Schlieren erst Uralitbildung stattgefunden hat.

Nach dem chemischen und mikroskopischen Befunde sind also diese Partien nur aus Diallag und Plagioklas hervorgegangen; das Primärgestein ist also eine olivinfreie Gabbroschliere gewesen. Das jetzige chemische Bild entspricht natürlich einem derartigen Mineralbestand in Folge der Auslaugung des Kalkes und des grössten Theils der Kieselsäure ganz und gar nicht mehr; doch ist diese Auslaugung bei der weitgehenden hydrochemischen Umwandlung, welcher dieses Gestein ausgesetzt war, ganz erklärlich.

Olivin gesellte sich zu dem Plagioklas und Diallag nur am Rande der Schlieren. Hier zeigen sich dieselben structurellen Verhältnisse, wie bei dem ursprünglichen Plagioklas des dunkelgrünen Serpentins. Die an letzteren angrenzenden Componenten der Schliere greifen ebenfalls zwickelförmig in den umgebenden Olivinserpentin ein. Man bekommt den Eindruck, als sei das Magma des Muttergesteins erstarrt, ehe die Bestandtheile der Schlieren von dem umgebenden Magma aufgenommen werden konnten. Nur auf diese Weise erklären sich die annähernd automorphen Umrisse des angrenzenden Serpentins gegenüber der



xiomorphen Ausbildung der am Rande der Schlieren gelegenen Plagioklas- und Diallag-Individuen.

Beim Vergleich des Serpentin von Lādķīje mit einer Reihe von Gesteinen, welche bei ihrer Zersetzung in Serpentin übergehen, konnte ich die Beobachtung machen, dass derselbe in seiner Structur mit einem Pikrit von Biedenkopf bei Tringenstein in Nassau, welcher von ÖBBECKE (32) und BRAUNS (12) beschrieben wurde, vollständig übereinstimmt.

### III. Serpentine,

welche aus feldspathfreien Peridotiten (Pyroxeniten) entstanden sind.

Im Kurdengebirge wie in der Gegend von Lādķīje treten neben den Gabbroserpentinen auch aus feldspathfreien Gesteinen, Peridotiten, entstandene Serpentine auf. Ein Uebergang zwischen diesen Gesteinen besteht offenbar. Wenigstens fand ich in einem ursprünglich vorzugsweise aus Olivin und monoklinem Pyroxen bestehenden Gestein aus dem Kurdengebirge vereinzelte Partien, welche aus Feldspath hervorgegangen zu sein scheinen.

Die in den Gabbroserpentinen beobachteten Schlierenbildungen basischerer oder saurerer Natur deuten auf die Wahrscheinlichkeit hin, dass die verschiedenen Primärgesteine der nordsyrischen Serpentine nur locale Differenzirungen ein und desselben Magmas darstellen, also z. Th. Schlierenbildungen in grossem Maassstabe sind. Wenn aber die Differenzirung schon im Magmaherde selbst erfolgt ist, so können, wie dies in der Ebene von Lādķīje der Fall zu sein scheint, saurere oder basischere Magmen an verschiedenen Stellen zum Ausbruch gelangt sein.

Während bei Lādķīje und im eigentlichen Kurdengebirge nur aus Olivin und Diallag bestehende Peridotite, also Wehrlite, bzw. die aus ihnen entstandenen Serpentine auftreten, sind dieselben in den östlichen Parallelzügen des Kurdengebirges, dem Sarikajagebirge, durch Serpentine vertreten, deren Primärgesteine als Lherzolithe und Pyroxenite zu bezeichnen sind, indem sich zu dem monoklinen Pyroxen auch noch rhombischer Pyroxen gesellt und bei den Pyroxeniten der Olivin local verschwindet.

Die Wehrlitserpentine von Lādķīje unterscheiden sich von denen des Kurdengebirges wesentlich nur durch den hohen Grad der Umwandlung, welche diese Gesteine erlitten haben, und in Folge dessen durch ihre hellgrüne Farbe, während die Wehrlitserpentine des Kurdengebirges eine dunkelgrüne Hauptmasse besitzen, in welche schillernde Diallagserpentinpartien eingesprengt sind. Die Analyse eines Wehrlitserpentin von Lādķīje ergab folgendes Resultat:



|             |              |
|-------------|--------------|
| Glühverlust | . 14,84 pCt. |
| Kieselsäure | . 37,07 „    |
| Eisenoxyd   | . 8,03 „     |
| Thonerde    | . 1,70 „     |
| Magnesia    | . 38,12 „    |

---

Summa 99,76

Abgesehen von dem geringen Thonerdegehalt, welcher einerseits aus dem Diallag stammen, andererseits von aussen her zugeführt sein kann, entspricht diese Zusammensetzung annähernd einem reinen Serpentin.

Die Hauptmasse dieser Felsarten besteht aus Olivinserpentin, dessen Maschenstructur bald deutlicher hervortritt, wie in den kurdischen Wehrlitserpentin, bald, wie in jenen der Umgegend von Lādķīje, mehr oder weniger verwischt erscheint. Auch in der Vertheilung des Magnetits macht sich ein wesentlicher Unterschied geltend; während in jenen der Magnetit in Form von staubförmigen Körnchen gleichmässig im ganzen Gestein vertheilt ist, finden sich in dem Wehrlitserpentin von Lādķīje nur grössere Körner von Magnetit und von fast opakem, nur schwach bräunlich durchscheinendem Brauneisenstein. Wie sich die Umlagerung der Bestandtheile dieser Serpentine in der verwischten Maschenstructur bemerkbar macht, so auch in der Vertheilung des Magnetits. Diesem Umstande verdanken diese Gesteine auch ihre hellgrüne Farbe, indem die vereinzelt grösseren Körner von Magnetit und Brauneisenstein eine allgemeine dunklere Färbung nicht hervorrufen können. Der in dieser Hauptmasse eingesprengte Diallagserpentin tritt, wie in den Gabbroserpentin, als bastitähnliches, faserig-blättriges Mineral auf. Bemerkenswerth ist hier, dass der Diallag, wie der Plagioklas in dem Olivin-gabbro von Lādķīje, die Zwischenräume zwischen den Olivinen ausfüllte und dass sich in demselben auch häufig Einschlüsse von rundlich begrenztem Olivin fanden.

Wehrlite wurden auch in anderen Gabbrobezirken angetroffen, so von BERGEAT (3) auf Cypern. Die Primärgesteine der Serpentine von Monteferrato bei Prato, in welchen, wie CAPACCI u. a. gezeigt, Gabbros eingelagert sind, bestanden nach CAPACCI und COSSA ebenfalls aus Diallag und Olivin; die dortigen Serpentine sind also auch Wehrlitserpentine.

Weit besser erhalten als die Gabbro- und Wehrlitserpentine Nordsyriens sind die sie im Sarikajagebirge vertretenden Felsarten, welche z. Th. aus Olivin, Diallag und einem rhombischen Pyroxen, z. Th. nur aus einem Mineralgemenge von monoklinen und rhombischen Pyroxenen ursprünglich bestanden haben und



demnach als Lherzolithe bzw. Pyroxenite zu bezeichnen sind. Die Hauptmasse dieser dunkelgrünen Gesteine enthält zahlreiche tobackbraune, metallglänzende Bastite eingesprengt.

Die chemische Untersuchung eines in diese Abtheilung gehörigen Serpentin ergab folgende Zusammensetzung:

|                 |            |
|-----------------|------------|
| Glührückstand . | 13,40 pCt. |
| Kieselsäure . . | 39,95 „    |
| Eisenoxyd . .   | 11,55 „    |
| Thonerde . .    | 2,87 „     |
| Magnesia . .    | 32,05 „    |

Summa 99,82.

Der Thonerdegehalt rührt wohl meist von dem in diesen Gesteinen oft massenhaft auftretenden Granat. Im Allgemeinen weichen sie in ihrer chemischen Zusammensetzung von den Wehrlitserpentinien nicht besonders ab, da beide in fast reinen Serpentin übergegangen sind.

Während in den anderen Serpentinegesteinen Nordsyriens, welche mir zur Untersuchung vorlagen, nur selten Spuren von primären Mineralien zu finden sind, erscheinen in diesen Lherzolith- und Pyroxenitserpentinien noch vielfach Reste sowohl von rhombischen als von monoklinen Pyroxenen, seltener von Olivin. Der rhombische Pyroxen ist als Enstatit anzusprechen, da auf basalen Schnitten von besser conservirten Individuen der Austritt der spitzen positiven Bisectrix zu beobachten ist. Zumeist ist das Mineral schon mehr oder weniger vollständig in parallelfaserigen Bastit übergegangen, welcher schwachen Pleochroismus, saftgrün parallel der Faserung und gelblichgrün senkrecht zu derselben, zeigt. Im weiteren Verlauf der Zersetzung geht der entstandene Bastit in denselben parallelfaserigen Serpentin über, wie er aus den Diallagen der Wehrlite und Gabbros sich bildet. Der monokline Pyroxen ist ein farbloser Diopsid, welcher sich durch seine Absonderung nach dem Orthopinakoid als Diallag kennzeichnet. Es ist bemerkenswerth, dass er hier ohne uralitisches Zwischenstadium direct in einen Serpentin übergeht, welcher sich durch die für Pyroxenserpentine charakteristische Balkenstructur auszeichnet. Die Umwandlung dieses Diallag geht in der Weise vor sich, dass der Serpentin gleichmässig von aussen nach innen vordringt. Daher kommt es, dass noch gut erhaltene Kerne erhalten sind, während die Randpartien schon vollständig in Serpentin umgewandelt sind.

In diesem angrenzenden Serpentin liegen dann meist noch Reste von annähernd quadratischer Form, welche von dem Kern bereits losgelöst sind. Die Serpentinfasern dringen auf den Kluft-



flächen nach  $\infty P \infty$  und  $\infty P$  in den Diallag ein und lagern sich dann parallel diesen Spaltrissen ein, wie man deutlich sehen kann, wenn man den Diallag im polarisirtem Lichte auf dunkel einstellt. Dabei hellen sich die rhombisch orientirten Serpentinfasern auf, so dass man glauben könnte, es handle sich um eine parallele Verwachsung mit Enstatit. Bei genauer Betrachtung aber erweisen sich die rhombischen Einlagerungen als Serpentinfasern. Durch diese Einlagerungen wird das Gefüge des Diallag allmählich gelockert; es entstehen in der Randzone Querrisse, auf welchen die Serpentinisirung weiter schreitet, bis das ursprüngliche Mineral verschwunden ist und höchstens noch die kleinen quadratischen Reste Zeugniss für seine ehemalige Anwesenheit ablegen.

In dem auf diese Weise entstandenen Pyroxenserpentin sind die feinen Fasern, welche die einzelnen Balken zusammensetzen, annähernd senkrecht zur Längsaxe der Balken gestellt. Diese Stellung erhalten die Fäserchen erst durch Umlagerung. Ich konnte beobachten, dass sie im ersten Stadium der Balkenbildung, d. h. so lange der Kern nur durch schmale, meist schräg verlaufende Querbalken von den abgeschnürten Theilen getrennt ist, stets in der Richtung der c-Achse des betreffenden Individuums abgelenkt erscheinen.

Dieser Balkenserpentin bildet für sich allein die Hauptmasse der aus Pyroxeniten hervorgegangenen Gesteine, mit dem Maschenstructur zeigenden Olivinserpentin zusammen die Hauptmasse der Lherzolithserpentine.

Porphyrartig liegen in dieser Hauptmasse der Pyroxenit- wie der Lherzolithserpentine die blätterig-faserigen Bastite, welche eine Grösse von ca. 5 mm Durchmesser erreichen und, wie schon oben bemerkt, aus einem Enstatit hervorgehen. Nicht selten finden sich in den Bastiten auch Lamellen eines monoklinen Pyroxens, während Reste von Enstatit bei weitem seltener erhalten sind. In einem dieser Bastite, in welchem Reste von monoklinem und rhombischem Pyroxen nebeneinander noch gut nachgewiesen werden konnten, kann man deutlich beobachten, dass es sich hier nur um eine parallele Verwachsung dieser beiden handelt, indem die Diopsidlamellen, wie TRIPPKE (39, p. 172) zuerst nachgewiesen, derart dem Enstatit eingelagert sind, dass das Makropinakoid des letzteren und das Klinopinakoid des Diallag einander parallel liegen. Die Diopsidlamellen zeigen deshalb bei Dunkelstellung des Enstatits Aufhellung, wenn der Schnitt nicht parallel dem Brachypinakoid des letzteren gelegt ist.

Der Bastit geht im weiteren Verlauf der Zersetzung in einen parallelfaserigen Serpentin über, welcher sich von dem faserig-blätterigen Diallagserpentin nicht mehr unterscheiden lässt.



Von accessorischen Bestandtheilen findet sich in diesen Serpentinien neben Magnetit und Chromit ein rothbrauner, meist in einzelne Bruchstücke zerfallener Granat. Der qualitativen Analyse nach ist es ein Eisenthongranat. Eine quantitative Bestimmung konnte nicht gemacht werden, da der Versuch, dieses Mineral von den übrigen Bestandtheilen durch Behandeln des Gesteinspulvers mit Salzsäure und des Rückstandes mit Flussäure zu trennen, missglückte. Wohl gelang er bei Inangriffnahme kleiner Mengen, so dass die qualitative Analyse wenigstens gemacht werden konnte; bei Behandlung grösserer Mengen aber wurde auch der Granat von der Flusssäure angegriffen, so dass von der Trennung abgesehen werden musste.

In einem Pyroxenitserpentin findet sich in einer Serpentinader helminthartige Chloritsubstanz, welche im polarisirten Lichte nicht vollkommen auslöscht.

Die Lherzolithe und Pyroxenite des Sarikajagebirges scheinen ineinander überzugehen, d. h. die Pyroxenite sind wohl eine nur locale olivinfreie Facies der Lherzolithe, andererseits aber stehen sie wohl auch mit den Gabbros bzw. den Gabbroserpentinien in innigster Beziehung. Makroskopisch lassen sich die aus diesen beiden Felsarten entstandenen Serpentine nicht unterscheiden. Bei mikroskopischer Untersuchung ist der Gehalt an Olivin bzw. das Vorhandensein oder Fehlen der Maschenstructur der einzige Unterschied. Sowohl in der Ausbildung der wesentlichen Gesteinscomponenten, als auch in der Art der accessorischen Bestandtheile stimmen beide Felsarten vollkommen mit einander überein.

Aehnliche Verhältnisse bezüglich der Verbindung von Gabbros, Lherzoliten und Pyroxeniten, resp. der aus ihnen hervorgegangenen Serpentine finden sich auch in anderen Gebieten, so in Italien (31, p. 403), auf den Hebriden (45, p. 54 u. 55) und in der Umgegend von Baltimore (49, p. 135).

#### IV. Neubildungen.

##### 1. Durch Contactmetamorphose entstandene Gesteine.

Die Kalke und Mergel, welche direct an die Serpentine angrenzen, zeigen vielfach ein verändertes Aussehen. Es scheint aber, dass hier meist keine Contactmetamorphose angenommen werden darf. Die mir vorliegenden Gesteine aus der Contactzone von Serpentinien haben mit einer Ausnahme jedenfalls erst durch die späteren Umwandlungsvorgänge in den angrenzenden Eruptivgesteinen ihre heutige Beschaffenheit erlangt, indem von den letzteren Minerallösungen in das Nebengestein eingedrungen sind. Nur ein grobkörniger Fassaitfels aus dem Kurdengebirge, welcher in der Nähe der die eocänen Schichten durchsetzenden Serpentine



westlich von Jailadschik gefunden wurde, ist als ein durch den Contact mit dem glühend-flüssigen Magma entstandenes Gestein zu betrachten. Er besteht der Hauptsache nach aus einem hellgrünen Fassait, welcher eigenthümlicher Weise eine ausgesprochene Absonderung nach  $\infty P \infty$  zeigt. Dieser Fassait geht stellenweise in Serpentin über, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt. Die Analyse des Fassaits, wozu nur reine Spaltblättchen verwendet wurden, ergab folgendes Resultat:

|               |           |
|---------------|-----------|
| Glühverlust . | 2,23 pCt. |
| Kieselsäure . | 48,72 „   |
| Calciumoxyd . | 20,89 „   |
| Thonerde .    | 18,50 „   |
| Eisenoxydul . | 3,05 „    |
| Magnesia .    | 6,82 „    |

Summa 100,21

Nach Abzug des Glühverlustes erhält man für die procentische Zusammensetzung des wasserfreien Silikates:

|             |            |                 |            | Atom-<br>Quotient |    |
|-------------|------------|-----------------|------------|-------------------|----|
| Kieselsäure | 49,70 pCt. | Si              | 23,36 pCt. | 0,822             | 19 |
| Calciumoxyd | 21,33 „    | Ca              | 15,23 „    | 0,380             | 9  |
| Thonerde    | 18,88 „    | Al              | 10,00 „    | 0,369             | 8  |
| Eisenoxydul | 3,11 „     | Fe              | 2,41 „     | 0,043             | 1  |
| Magnesia    | 6,96 „     | Mg              | 4,20 „     | 0,172             | 4  |
|             |            | O <sup>1)</sup> | 44,80 „    | 2,804             | 65 |
| Summa       | 99,98      |                 | 100,00     |                   |    |

Da die optische Untersuchung dieses Minerals entschieden für einen Augit spricht — das Maximum der Auslöschungsschiefe auf  $\infty P \infty$  beträgt  $30^\circ$ , während auf  $\infty P \infty$  gerade Auslöschung erfolgt —, so muss es seiner chemischen Zusammensetzung nach als ein durch etwas Kieselsäure verunreinigter Fassait betrachtet werden, welcher annähernd folgender Formel entspricht:  $[\text{CaFeSi}^2\text{O}^6 + 4\text{CaAl}^2\text{SiO}^6 + 4\text{CaMgSi}^2\text{O}^6]$ . Neben dem Fassait müssen noch fünf Molecüle freier Kieselsäure angenommen werden.

Auffallend ist einerseits der hohe Thonerdegehalt, welcher bis jetzt noch bei keinem Fassait nachgewiesen worden ist, — damit hängt vielleicht auch das relativ niedrige Maximum der Auslöschungsschiefe zusammen, — andererseits die stark hervortretende diallagartige Absonderung nach  $\infty P \infty$ , welche sich auch unter dem Mikroskop deutlich erkennen lässt.

Dieser Fassaitfels hat sich stellenweise in radialfaserigen

<sup>1)</sup> Aus der Differenz berechnet.



Serpentin, Pikrolith, umgewandelt und zwar ohne Zwischenstadium. Die Pikrolithstructur ist hier noch schöner entwickelt, als in dem an Stelle von Plagioklas getretenen Serpentin. Dadurch wird auch die Annahme bestätigt, dass bei der Pikrolithbildung die Anwesenheit von Thonerde ein wesentlicher Factor ist.

## 2. Auf metasomatischem Wege entstandene Neubildungen.

Unter den auf metasomatischem Wege entstandenen Neubildungen sind hier diejenigen Producte verstanden, welche sowohl bei dem Serpentinisirungsprocess der Primärgesteine, als auch bei der Verwitterung der entstandenen Serpentine sich gebildet haben und theils in den betreffenden Gesteinen selbst, theils in dem Nebengestein zur Ablagerung gelangt sind.

Die wichtigste dieser Neubildungen ist der Serpentin selbst, welcher als dichter Serpentin das directe Umsetzungsproduct der Primärgesteine darstellt oder erst aus dem dichten Serpentin als secretionäre Bildung entsteht und sich dann als Kluftausfüllung in letzterem findet.

Wie die Untersuchung der dichten Serpentine ergeben hat, sind dieselben aus einer Reihe von Gesteinen hervorgegangen, welche in die Familie der Gabbros zu rechnen sind. Die Umwandlung der Gabbros verläuft in folgender Weise: Die ersten Anfänge dieses Processes gehen von den olivinreichen Gabbros und den reinen Peridotiten aus. Zunächst bildet sich das Magnesiahydrosilikat auf den unregelmässig den Olivin durchziehenden Rissen, wodurch die bekannte Maschenstructur entsteht. In diesem Stadium scheint nur kohlenensäurehaltiges Wasser, vielleicht unter Mitwirkung etwas erhöhter Temperatur, wenn sich diese Vorgänge in tieferen Regionen abspielen, auf den Olivin einzuwirken. Unter annähernd denselben Bedingungen wird sich in den olivinfreien und olivinarmen Gabbros aus dem Diallag Uralit bilden. Inwieweit bei diesen beiden Processen dynamische Kräfte in Betracht kommen, ist nicht leicht zu sagen. Jedenfalls ist aber die Wirkung solcher Kräfte nicht zu unterschätzen, indem durch sie das Gefüge der Primärgesteine wesentlich gelockert wird und dadurch den circulirenden Lösungen mehr Angriffspunkte geboten werden.

Es scheint, dass Serpentinisirungs- und Uralitisirungsprocess in demselben Gestein Hand in Hand gehen können, dass sich der Olivin in Serpentin, der Pyroxen in faserige Hornblende umwandelt. G. H. WILLIAMS (45. p. 57) berichtet von den Olivingesteinen der Umgegend von Baltimore: „The alteration of the pyroxene of the olivine rocks seems to be at first always to some form of



hornblende. This change may be continued until no vestige of the pyroxene remains. In connection with the alteration of the olivine it gives rise to hornblendic (tremolite) serpentines, which are by far the most abundant of the magnesian rocks of Baltimore country."

Ob auch in den Olivingesteinen von Nordsyrien der monokline Pyroxen erst in faserige Hornblende umgewandelt wurde, kann ich mit Sicherheit nicht behaupten, da die jetzt vorliegenden Gesteine bereits reine Serpentine sind, in welchen sich keine Reste von faseriger Hornblende finden.

Hat die Serpentinisirung des Olivin in den Peridotiten und Olivingabbros einmal begonnen, so wird im weiteren Verlauf ein Theil des gebildeten Magnesiahydrosilikates und des freigewordenen Eisens in Lösung gehen. Dadurch wird die Wirksamkeit der circulirenden Lösungen wesentlich erhöht. Bei den Pyroxenen und Amphibolen scheint dadurch nur der Anstoss gegeben zu werden, dass sich auch diese magnesiahaltigen Silikate in das Magnesiahydrosilikat umwandeln. Bei dem Plagioklas aber ist es ein Verdrängungsprocess, welcher so lange dauert, bis die Bestandtheile desselben verschwunden sind. Je nach den gerade obwaltenden Verhältnissen scheint dieser Process rascher oder langsamer vor sich zu gehen. Die Widerstandsfähigkeit des Plagioklas steigt offenbar mit dem Gehalt an Albitsubstanz. Je basischer derselbe ist, desto rascher zersetzt sich derselbe. Ausserdem spielt jedenfalls auch die relative Menge der verschiedenen Componenten eine Rolle. Ist der Feldspath im Uebergewicht, so wird die Umwandlung weit weniger rasch vor sich gehen, als wenn der Olivin vorherrscht. In letzterem Falle wird der Feldspath, sofern er basischer Natur ist, rascher verschwinden, als der Olivin und der Diallag, wie in dem Palaeopikrit von Biedenkopf deutlich zu sehen ist.

Bei diesem Verdrängungsprocess wird zunächst ein Theil des Kalksilikates zersetzt; es bilden sich kohlensaurer Kalk und freie Kieselsäure. Diese neu entstandenen Mineralkörper werden ausgelaugt und fortgeführt. Ein anderer Theil kann sich mit dem in Lösung befindlichen Eisen zu Epidot, oder mit einem Theile des Thonerdesilikates zu Zoisit verbinden. Dadurch entsteht als Zwischenstadium ein saussuritartiges Mineralgemenge, wie COSSA (16, p. 243), LOTTI (27, Sep.-Abdr. p. 8) und ULZIELLI<sup>1)</sup> beobachtet haben.

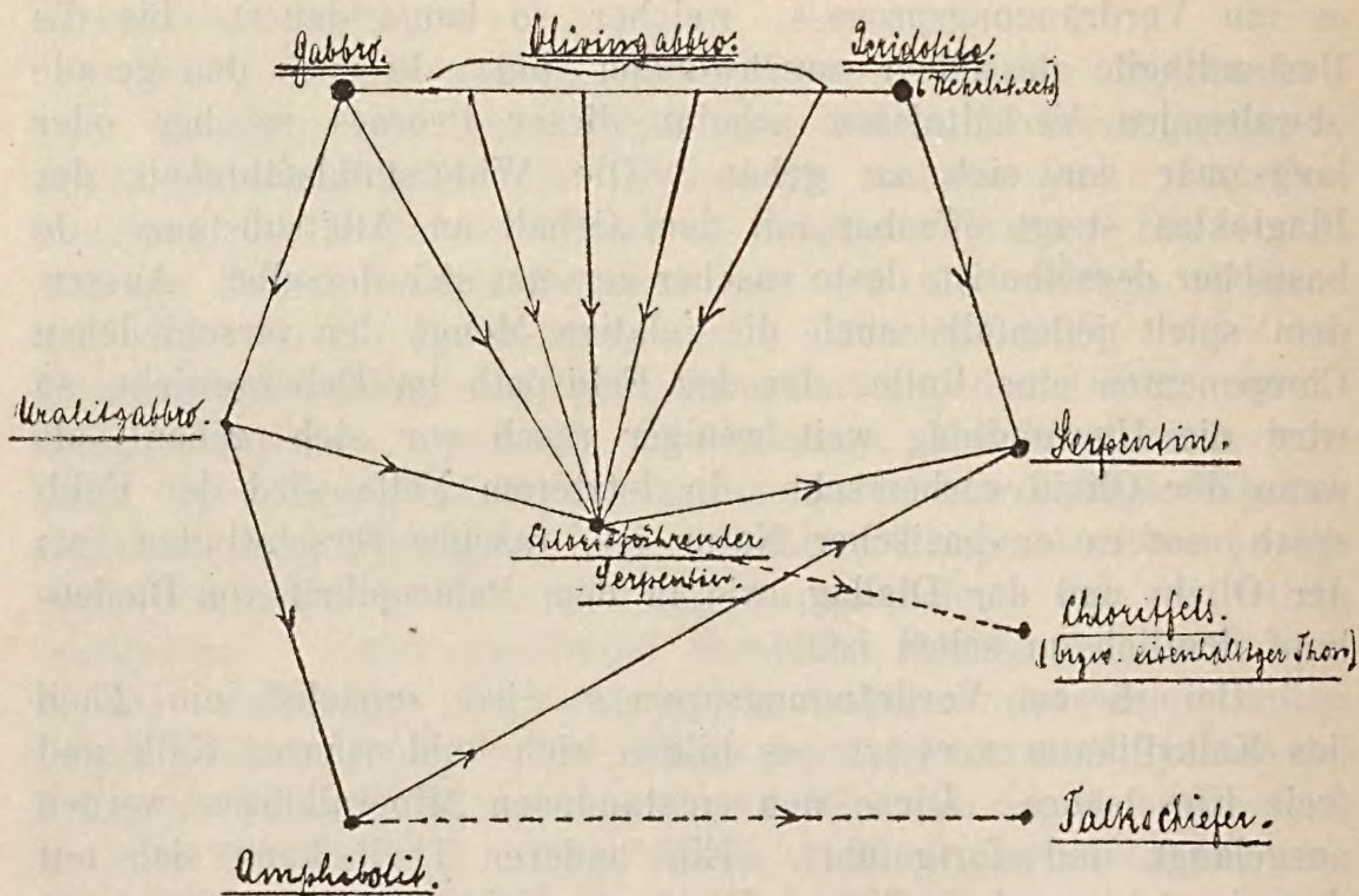
Auch in dem Paläopikrit von Biedenkopf hat sich aus dem

<sup>1)</sup> Osserv. sulle serpentine del Modenese. Boll. soc. geol. It., 1882, (1). Cf. LOTTI, Contrib. allo stud., l. c. p. 8.



Feldspath ein Gemenge von grauen Epidotkörnchen und chloritischer Substanz gebildet. Diese letztere bildet sich durch Vereinigung des eindringenden Magnesiahydrosilikats mit einem andern Theile des Thonerdesilikats. Die überschüssige Kieselsäure wird zunächst in hyaliner Form ausgeschieden und dann allmählich vollständig weggetragen. Auch das Thonerdesilikat und der Kalk sind zuletzt verschwunden und ein reiner Serpentin an die Stelle des ursprünglichen Plagioklas getreten. Auf diese Weise gehen nicht nur Olivinabbros in Serpentin über, sondern es können auch aus olivinfreien Gabbros reine Serpentine gebildet werden, wenn die Magnesiasilikatlösungen Gelegenheit haben, in diese Gesteine einzudringen. Bei dem Verdrängungsprocess, welchem der Feldspath bei der Serpentinisirung solcher Gesteine anheimfällt, ist auch der directe Uebergang dieses Minerals in chloritische Mineralien ohne die Bildung von Zwischenproducten möglich.

Die Umwandlung der Gesteine der Gabbrofamilie gestaltet sich demnach etwa nach folgendem Schema:



Der reine olivinfreie Gabbro geht meist in einem Uralitgabbro über; dabei bleibt der Feldspath verhältnissmässig frisch, auch wenn es ein basischer Plagioklas ist. Bei weitgehender Zersetzung wird auch der Feldspath angegriffen; es bilden sich glimmerartige Producte, z. Th. wohl Paragonit, sowie eine trübe kaolinartige Substanz und unter Umständen Epidot. Der Uralit wird in die schilfige tremolitartige Hornblende umgelagert,



welche sich im ganzen Gestein in Form von wirrfaserigen Aggregaten verbreitet findet.

Sind die Bedingungen zur Serpentinbildung nicht gegeben, so kann sich, wie WILLIAMS gezeigt, ein fast reiner Amphibolit bilden, indem sich die tremolitartige Hornblende local anhäuft. Dieser Amphibolit kann für sich dann direct in Serpentin übergehen. Führt der Gabbro Olivin als accessorischen Bestandtheil, so geht dieser Olivin in pilitische Hornblende über.

Die Olivingabbros und Wehrlite gehen vielfach direct in Serpentin über, doch scheint bei beiden Felsarten auch die Bildung von secundärer Hornblende aus dem Diallag möglich zu sein. Hat sich der Diallag in einem Gestein, welches in Serpentin sich umwandelt, als solcher erhalten, d. h. ist er nicht zuvor in Hornblende übergegangen, so widersteht er der Serpentinisirung meist länger als der Olivin und der Feldspath und zerfällt, wenn auch er diesem Process unterliegt, entweder in einen dichten Serpentin, welcher sich durch die bekannte Balkenstructur kennzeichnet, oder in einen bastitartigen faserigblättrigen Serpentin.

Bei der Zersetzung von olivinarmen und olivinfreien Gabbros bildet sich in der Regel aus dem Diallag faserige Hornblende. In dem Saussuritgabbro des Fichtelgebirges, aus der Gegend von Wurlitz und Woja, von Schwarzenbach und Förbau geht nach ZIRKEL (49, II, p. 777) der Diallag ausnahmsweise nicht in Amphibolminerale über, sondern direct in Serpentin. Trotzdem dass hier der Plagioklas schon vollkommen in Saussurit umgewandelt ist, erscheint der Diallag noch vielfach intact.

Das bei diesen Processen entstehende Magnesiahydrosilikat findet sich nicht nur als dichter Serpentin, welcher durch seine Structur meist noch erkennen lässt, aus welchen primären Mineralien er hervorgegangen ist, sondern auch als reines Magnesiumhydrosilikat, welches in Form von Adern den dichten, stets noch mehr oder weniger unreinen Serpentin durchzieht. Dieser reine Serpentin, welcher als Spaltenausfüllung auftritt, besteht aus einem Aggregat von Serpentinfasern, welche unter sich parallel stehen. BRAUNS (12, p. 292) vergleicht denselben mit dem Fasergyps, welcher durch Auslaugung des dichten Gypses entsteht. Je nachdem diese parallele Faserung schon makroskopisch mehr oder weniger deutlich hervortritt, unterscheidet BRAUNS den Chrysotil, dessen Fasern sich leicht von einander trennen lassen und biegsam sind, sowie den Metaxit, welcher z. Th. stengelig, z. Th. fast dicht ausgebildet ist. In letzterem Falle besitzt der Metaxit meist muscheligen Bruch, ist fettglänzend und lässt nur in seltenen Fällen seine faserige Beschaffenheit erkennen, welche erst unter dem Mikroskop deutlich hervortritt. Die stengeligen



Varietäten des Metaxits zeigen bereits wie der Chrysotil Seidenglanz; die einzelnen Fasern lassen sich aber nicht von einander trennen, man erhält stets ein stengeliges Aggregat mehrerer Fasern, welche beim Biegen zerbrechen. Diese Varietät dürfte den Uebergang vom Metaxit zum Chrysotil vermitteln. Sowohl der Chrysotil als die beiden Arten von Metaxit treten in den nordsyrischen Serpentineen als Kluftausfüllungen auf.

Bei der chemischen Untersuchung ergab sich, dass Chrysotil und Metaxit sich gegen Salzsäure verschieden verhalten. Der Chrysotil wird durch kochende Salzsäure nicht angegriffen, während sich der gewöhnliche Metaxit leicht zersetzt; weniger stark ist die Einwirkung der Salzsäure auf den stengeligen Metaxit. Es scheint, dass die Molecüle dieser Serpentinarten unter sich verschieden innig gebunden sind und dass dadurch kleine Unterschiede in ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit entstehen. Bemerkenswerth ist, dass der aus Diallag entstehende bastitähnliche Serpentin ebenfalls nur schwer von Salzsäure angegriffen wird.

Unter dem Mikroskop lassen alle diese Serpentine ihre parallelfaserige Textur deutlich erkennen. Pleochroismus konnte ich in keinem der untersuchten Präparate wahrnehmen. Nur bei der Untersuchung von feinen Splintern des stengeligen Metaxits machte sich ein schwacher Absorptionsunterschied geltend, und zwar sind es die parallel der Faserung schwingenden Strahlen, welche am stärksten absorbirt werden. Zwischen gekreuzten Nikols zeigen sowohl die Chrysotil- als die Metaxitfasern rhombische Orientirung, sie löschen parallel der c-Achse gerade aus.

Ausser den erwähnten parallelfaserigen Serpentinarten findet sich in dem Olivingabbroserpentin vom Kurdengebirge der von BRAUNS als Pikrolith<sup>1)</sup> bezeichnete radialfaserige Serpentin und zwar an der Grenze zwischen dem stengeligen Metaxit und dem Pseudomaschenstructur aufweisenden dichten Serpentin. Wie erwähnt, ist der Pikrolith hier das Umlagerungsproduct des Serpentin, und zwar scheint die Möglichkeit seiner Bildung von dem Thonerdegehalt abzuhängen, indem sich dieser Pikrolith stets nur da findet, wo der Chlorit bis auf geringe Mengen verdrängt ist. Diese geringen Mengen von Thonerde scheinen hier die Rolle von agents minéralisateurs zu spielen, denn wenn auch sie ausgelaugt sind, nimmt der Serpentin wieder die parallelfaserige Anordnung an.

<sup>1)</sup> Die von WEBSKY gebrauchten Namen Chalcedonstructur für den radialfaserigen, und Pikrolithstructur für den parallelfaserigen Serpentin sind dadurch hinfällig geworden, dass BRAUNS den radialfaserigen Serpentin als Pikrolith bezeichnet hat.



Wie schon erwähnt, entstehen bei der Umwandlung von Gabbrogesteinen in Serpentin ausser letzterem noch eine Reihe von andern Mineralbildungen, die sich z. Th. noch im Serpentin selbst finden, sei es an der Stelle, wo sie sich gebildet, sei es auf Adern oder Nestern diesem eingelagert, z. Th. aber in dem Nebengestein zum Absatz gelangt sind. Der Olivin giebt bei diesem Prozesse neben dem Magnesiahydrosilikat kohlensaure Magnesia, welche in Lösung geht, der Eisengehalt wird als Magnetit und, wenn chromhaltige Mineralien zugleich umgewandelt werden, z. Th. auch als Chromit abgesetzt. In letzterem Falle kommt hauptsächlich der Chromdiopsid in Betracht. Die Pyroxene setzen sich entweder direct oder auf dem Umwege der Uralitisirung und Bastitisirung in Serpentin um. Als Nebenproducte können je nach der Art des betreffenden Pyroxens verschiedene Mineralien, kohlensaurer Kalk, Kieselsäure, Thonerdesilikate und Chromit, entstehen.

Der grösste Theil der neben dem Serpentin neugebildeten Mineralgemenge wird seine Entstehung der Zersetzung des Feldspaths verdanken. Wie oben gezeigt wurde, sind die Serpentine Nord-Syriens nicht nur aus Olivingesteinen hervorgegangen, sondern selbst aus reinen olivinfreien Gabbros, an deren Zusammensetzung der Feldspath grossen Antheil nimmt. Wenn wir nun heute reine oder fast reine Serpentine an deren Stelle finden, so müssen auch Ablagerungen in der Nähe oder in diesen Serpentine selbst zu finden sein, welche die Bestandtheile des Plagioklas beziehungsweise einen Theil derselben enthalten.

Bei der Zersetzung des Feldspaths unter genannten Umständen verbindet sich das in den Plagioklas eindringende Magnesiasilikat mit dem Thonerdesilikat des Feldspaths entweder direct zu Mineralien der Chloritgruppe, oder es bildet sich bei Gegenwart von Eisen zunächst Epidot, welcher allem Anschein nach bei weiterer Zersetzung ebenfalls chloritische Substanz liefert. Bei diesen Processen wird das Kalk- und das Natronsilikat entweder weggetragen und in Form von Kalk- bzw. Natronglimmer an anderen Stellen abgesetzt, oder es werden diese Minerallösungen durch Kohlensäure zersetzt, wodurch die Bicarbonate und freie Kieselsäure entstehen.

Da nun in den untersuchten Serpentine weder Kalk- noch Natronglimmer, noch kohlensaurer Kalk, noch Epidot, noch in grösserer Menge freie Kieselsäure angetroffen wurde, da ferner die chloritische Substanz nachweisbar schon in den meisten Fällen bis auf geringe Reste verschwunden ist, so muss angenommen werden, dass die Bestandtheile dieser Mineralien, sei es nun innerhalb des Serpentin auf Spalten und Nestern oder im Nebengestein, in irgend einer Form abgesetzt worden sind. Leider



liegen mir ausser einer Reihe von Kieselsäuremineralien keine Mineralbildungen vor, welche ich dahin rechnen könnte. Dass aber die Serpentine thatsächlich von derartigen Mineralien und Gesteinen begleitet werden, erfahren wir durch die Berichte RUSSEGGERS<sup>1)</sup>. Derselbe erwähnt, dass im Bereiche des Casius Rollstücke von Hornsteinen, Brauneisenstein und chloritischen Gesteinen vorkommen. Da thatsächlich im Südosten des Casius Serpentine auftreten, welche wenigstens z. Th. aus Gabbros hervorgegangen sind, so können möglicherweise diese von RUSSEGGER angeführten Gesteine mit jenen Serpentinien insofern in Beziehung gebracht werden, als sie vielleicht als Nebenproducte, entstanden bei der Serpentinisirung jener Gesteine, anzusehen wären.

AINSWORTH (1, p. 317) giebt auch vom Amanusgebirge eine Reihe von Gesteinen, Thonschiefer und Talkschiefer, an, welche nach ihm stete Begleiter der Serpentine des Amanus sind. Die Verhältnisse, unter welchen diese Gesteine auftreten, scheinen nach AINSWORTH'S Bericht sehr verwickelter Natur zu sein. Die Talkschiefer werden anthracitisch und führen stellenweise Nester von Anthracit und Pechstein (wohl dunkelgefärbte Hornsteine?). AINSWORTH fasst diese verschiedenen Gesteine unter dem Namen „Metamorphic rocks“ zusammen. Es scheint, dass er diese Bildungen als durch Contactmetamorphose veränderte Sedimentgesteine ansieht, zu welcher Ansicht er offenbar durch den local eingelagerten Anthracit geführt wurde. Genauer sind diese Verhältnisse von AINSWORTH nicht untersucht worden; jedenfalls bedürfen diese Angaben noch der Bestätigung. RUSSEGGER führt zwar ebenfalls dieselben Bildungen an, er bezieht sich aber vollständig auf AINSWORTH, dessen Mittheilung er fast wörtlich wiedergiebt.

Die Ansicht, dass Chloritfelse und Talkschiefer durch Contactmetamorphose entstehen können, ist auch in neuerer Zeit von E. WEINSCHENK (42 u. 43) vertreten worden. WEINSCHENK kam durch seine Untersuchungen der Minerallagerstätten am Grossvenediger zu der Ueberzeugung, dass die dort auftretenden Chloritfelse, Talkschiefer und die in diesen Gesteinen vorkommenden Mineralien, welche Bildungen z. Th. in den nach ihm eruptiven Peridotiten und Serpentinien auf Klüften, z. Th. in dem angrenzenden Nebengestein auftreten, der vulkanischen Thätigkeit

<sup>1)</sup> (37, p. 452): „In den tiefen Thälern des Okrah an seinem südöstlichen Abhange fanden Herr PRUCKNER und seine Begleiter (Mitglieder der Expedition RUSSEGGERS) grosse Anhäufungen von Geröllen, die zum Theil aus Hornsteinen, Brauneisenstein und chloritischen Gesteinen bestehen, die sichersten Kennzeichen, dass dergleichen Lagerstätten sich im Bereiche des Okrah finden.“



ihre Entstehung verdanken, dass sie also Contactgesteine und -mineralien darstellen. Da das peridotitische Magma nur aus Magnesiumsilikat besteht, die Contactbildungen zum grossen Theil aber thon- und kalkreiche Mineralien sind, so nimmt WEIN-  
SCHENK an, dass es überhitzte thon- und kalkreiche Lösungen waren, welche als „letzte Bethätigung der vulkanischen Kräfte“ durch pneumatolytische Processe aus der Tiefe in die durch Inhalationen von Gasen und Dämpfen bereits mehr oder weniger vollständig in Serpentin umgewandelten Peridotite (Stubachite), sowie in das Nebengestein eindrangen und hier zur Bildung der Chloritmineralien, sowie der Kalkthon- und Kalkmagnesiumsilikate Anlass gaben.

Die Frage, ob die Bildung der chloritischen Gesteine am Casius in ähnlicher Weise zu erklären ist, glaube ich verneinen zu können, indem ihre Entstehung durch die hydrochemischen Processe, durch welche die Gabbrogesteine serpentinisirt wurden, vollkommen befriedigend erklärt werden kann.

Ob die ähnlichen Gebilde im Amanusgebirge auf eine andere Weise erklärt werden müssen, ob die Annahme AINSWORTH's richtig ist, oder ob denselben eine analoge Entstehung wie den Chloritfelsen des Casius zuzuschreiben ist, kann ich nicht entscheiden. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass auch in diesem Theile Nord-Syriens Gabbrogesteine eine Rolle spielen oder gespielt haben. — AINSWORTH berichtet auch von Gabbros und Diallagfels, welche im Amanus vorkommen sollen. — Wenn die Serpentine des Amanus wie diejenigen des Casius- und Kurdengebirges ebenfalls aus Gabbrogesteinen hervorgegangen sind, so dürften sich bei den Umwandlungsprocessen, welchen die Gabbros unterworfen waren, ähnliche Gesteine gebildet haben, wie am Casius und es gilt dann auch für sie die gleiche Erklärung.

AINSWORTH berichtet über diese Gesteine Folgendes: „Metamorphic Rocks. — This is a subject of considerable difficulty, and upon which the details, from want of prolonged researches, can only be approximative. Serpentine becoming slaty or shistose are generally designated as steatites, to distinguish them from talc shist, which is a more perfect rock (one which preserves its normal characters through large tracts intact). The steatite of Amanus and Rhodus become anthracitic, and, on Jebel Kaïserik, contain beds of anthracite and pitchstone, at an elevation of 5000 feet; but the most important change, in a geological point of view, is their passage into argillaceous shists, from the preponderance of silicate of alumina, and into sandstones, which belong to the tertiary period. At such a point of junction, as is well exhibited, for example, in the deep sections of the town



of Beilán, in the pass of the same name; the most common rock is a slate-clay or argillaceous shist, with veins of calc spar; the next in succession is the same shistose or slaty rock, with disseminated paillettes of mica, and these finally pass into coarse arenaceous, but slaty, sandstones. The slate-clays present two additional varieties: being of a light-greenish colour, where associated with steashist; and still more frequently in the same associations, anthracitous, and varying in colour from blueish-black to indigo-black.

When the same deposits are in contact with diallage rocks, as in the valley west of Casius, the are converted into jasper, thermantides, and porcellanites.“

Demnach hat AINSWORTH die Ansicht, dass sowohl die Talkschiefer und Thonschiefer im Amanus, als die Jaspis- und Porzellanjaspis-Arten im Casius durch contactmetamorphische Vorgänge entstanden sind. Offenbar will er hier ausdrücken, dass verschiedene Eruptivgesteine auch eine verschiedene Wirkung ausgeübt haben. Es scheint, dass die Primärgesteine der Serpentine thatsächlich das Nebengestein am Contact verändert haben; dafür sprechen entschieden die vermuthlich sehr untergeordneten Anthracitlagen in den Talkschiefern. Die auf diesem Wege entstandenen Bildungen sind aber wahrscheinlich später durch metasomatische Processe z. Th. zerstört worden, z. Th. ist dadurch ihr Charakter als Contactproducte verschleiert worden, so dass sie heute nicht mehr mit Sicherheit als solche erkannt werden können.

Um für diese Verhältnisse eine Erklärung zu geben, muss allerdings vorausgesetzt werden, dass die Serpentine des Amanus aus umgewandelten Gabbrogesteinen bestehen, dass ferner unter den steashist AINSWORTH's eine Art dichter Talkschiefer gemeint ist. Die Gabbros haben dann bei ihrem Ausbruch die angrenzenden Kreideschichten(?), welche local Braunkohlen führten, am Contact verändert. Die Braunkohlen wurden dabei in Anthracit verwandelt. Wie das Nebengestein sonst noch verändert wurde, entzieht sich wahrscheinlich heute vollständig der Beurtheilung. Alle übrigen Erscheinungen sind auf hydrochemische Processe zurückzuführen. Die reinen Gabbros gingen bei der späteren Umwandlung, welcher diese Gesteine ausgesetzt waren, zunächst in Uralitgabbro über, die Hornblende verbreitete sich im folgenden Stadium in dem Gestein in Form von Strahlstein und verdrängte an einzelnen Stellen die Bestandtheile des Feldspaths vollständig. Es entstanden Amphibolite. Zu gleicher Zeit wurden die Olivin-gabbros und die Peridotite serpentinisirt.

Das Magnesiahydrosilikat verdrängte hier ebenfalls die Bestandtheile des Feldspaths, welche z. Th. als Chlorit, z. Th. als



Glimmermineralien, Paragonit und Kalkglimmer, zum Absatz gelangten, soweit sie nicht in Lösung gingen und weiter fortgetragen wurden.

Der Hauptsache nach werden es wohl chloritische Gesteine gewesen sein, welche sich bildeten. Bei der Verwitterung wurden diese letzteren in einen eisenhaltigen Thon übergeführt. Sowohl der Chlorit, als der Strahlstein drangen auch in das Nebengestein ein und verdrängten auch hier einen Theil der Bestandtheile desselben, so dass, nachdem der Strahlstein in einen dichten Talkschiefer umgewandelt war, die Anthracitlagen in dem Talkschiefer eingebettet erscheinen. Dadurch erklärt sich auch der feinvertheilte Anthracit in einem Theil der Talk- und Thonschiefer, indem derselbe nicht verdrängt werden konnte.

Diese Vorgänge scheinen sich in einer Periode abgespielt zu haben, während welcher der Amanus Festland war. Erst in der Neogenzeit drang das Meer wieder vor und bedeckte einen Theil dieser durch Verwitterung entstandenen Gesteine. Dieselben wurden von dem Meere oberflächlich aufgearbeitet, der Thon und wahrscheinlich auch der Talk vermischten sich mit den sandigen Sedimenten des Meeres und zuletzt lagerte sich über diesen Schichten ein reiner Sandstein ab. Die Schieferung der Thone und der Talkschiefer ist wohl durch den Gebirgsdruck, welcher die Aufaltung dieses Gebiets bewirkt hat, hervorgerufen worden.

Die an die Serpentine des Amanus angrenzenden Nebengesteine bestanden wahrscheinlich aus cretaceischen(?) Mergeln und Thonen, welche local Braunkohlen führten. Im Casius dagegen bestehen die angrenzenden Sedimentgesteine, wie BLANCKENHORN festgestellt hat, aus Kreidekalken, welche dort am Contact mehr oder weniger starke Veränderungen erlitten haben. Diese Umwandlungen des Nebengesteins sind aber hier auf rein metasomatischem Wege vor sich gegangen, soweit das sparsame Material, welches mir vorliegt, diesen Schluss erlaubt.

Ein krystallinisch körniger, unreiner Kalk erwies sich bei mikroskopischer Untersuchung vollkommen frei von sicheren Contactmineralien, trotzdem dass in diesem unreinen Gestein die Möglichkeit zur Bildung solcher Mineralien gegeben war. Dieser krystalline Kalk kann also ebenso gut aus wässriger Lösung entstanden sein. Ebenso wenig sind die rothbraun gefärbten Kalke durch contactmetamorphische Processe entstanden. Ihre Färbung beruht vielmehr nur auf der Einlagerung von feinvertheiltem Limonit, welcher aus eisenhaltigen Lösungen, die von den Serpentinien aus in die Kalke eindringen, abgesetzt wurden. Der Eisengehalt dieser Lösungen stammt aus den eisenoxydulsilikathaltigen Mineralien der Gabbros, vorzugsweise aus dem Olivin.



Bei der Umwandlung dieser Mineralien in Serpentin wird das Eisenoxydulsilikat zersetzt und das Eisen wird in Form von Magnetit abgesetzt. Dieser Magnetit wird aber z. Th. wieder gelöst und an andern Stellen im Serpentin selbst wieder abgeschieden, oder die Lösung gelangt in das Nebengestein und dort kann das Eisen, wenn genügend Sauerstoff zur Oxydation der Oxydulsalzlösung zugegen ist, als Limonit eingelagert werden. Dass eine Wanderung des Magnetits stattfindet, erkennt man daran, dass der Serpentin an den Salbändern der Metaxit- und Chrysotiladern durch Anhäufungen von Magnetit meist schwarz gefärbt erscheint.

Die Hornsteine und Jaspisarten (Porzellanjaspis gehört nicht hierher), welche sowohl am Casius als im Kurdengebirge theils im Serpentin selbst auf Nestern öfters mit Talk und Chlorit zusammen, theils im Nebengestein eingelagert auftreten, können verschiedener Entstehung sein. Entweder verdanken sie dem Serpentinisirungsprocess oder aber der Verwitterung der Serpentine ihre Bildung. Der erstere Fall tritt ein, wenn Mineralien zersetzt werden, welche einen höheren Kieselsäuregehalt haben, als die Neubildungen, wie z. B. der Feldspath. Bei der Verwitterung der Serpentine dagegen wird das fertige Magnesiahydrosilikat durch Kohlensäure zersetzt; es bildet sich Magnesit und freie Kieselsäure.

Die Hornsteine und Jaspisarten aus der Gegend von Barosklin am Sabûn Sû, einem Nebenfluss des Nahr Afrin, von welchen mir ein reichliches Material vorliegt, sind sicher zum grossen Theil erst durch die spätere Zersetzung des Serpentin entstanden. Nur bei einem Halbopal, welchen BLANCKENHORN in nächster Nähe von Serpentin auf der Hochebene Kaewär, westlich von Sendschirli fand, glaube ich, dass derselbe ein directes Product der Serpentinbildung ist, und dass dort auch die Uebergänge, welche SCHRAUF als Siliciophite bezeichnet, nachzuweisen sind. Dieser grünlichweisse Halbopal ist stellenweise milchweiss gefleckt. Diese weissen Flecken besitzen z. Th. noch den Opalglanz, z. Th. aber sind sie matt oder bestehen sie aus einer pulverigen Masse, welche sich bei der chemischen Untersuchung als reine pulverige Kieselsäure erweist.

Eine Analyse, zu welcher nur die grünlichweissen Partien verwendet wurden, ergab folgende Zusammensetzung dieses Minerals.

|             |   |            |
|-------------|---|------------|
| Glühverlust | . | 3,07 pCt.  |
| Kieselsäure | . | 95,13 "    |
| Magnesia    | . | 0,68 "     |
| Eisenoxydul | . | 0,73 "     |
|             |   | <hr/>      |
| Summa       |   | 99,61 pCt. |



Demnach enthält dieser Halbopal noch geringe Spuren von Serpentin, wie auch durch die mikroskopische Untersuchung nachgewiesen werden kann. Das Eisenoxydul ist als Carbonat in feinvertheilter Form beigemengt. (Die Kohlensäure giebt sich auch durch das Aufbrausen beim Uebergiessen des Pulvers mit kalter Salzsäure leicht zu erkennen.) Durch weitere Einwirkung von kohlensäurehaltigem Wasser werden der Serpentin und das Ferrocarnat ausgelaugt, der Opal wird entfärbt und geht zuletzt in die reine pulverige Kieselsäure über.

Noch klarer sind die Verhältnisse bei Barosklin. Das von dort stammende Material besteht aus den Hornsteinen und Jaspisarten, sowie einer kleinen Reihe von Serpentin, an welchen die Umwandlung deutlich zu sehen ist. Ein röthliches, sehr hartes Gestein erweist sich bei chemischer und mikroskopischer Untersuchung als ein vollkommen verkieselter Serpentin mit einem Kieselsäuregehalte von 73 pCt. Man bekommt den Eindruck, als bestände das Gestein nur aus Serpentinbruchstücken, welche durch ein Aggregat kleiner Quarzindividuen unter sich verfestigt sind. — Der Serpentin zeigt typische Maschenstructur. — Die Beschreibung, welche FOULLON (19, p. 149) von seinen Serpentin-sandsteinen von Rhodus giebt, passt vollkommen auf dieses Gestein, so dass dieses letztere ebenfalls als Serpentin-sandstein angesehen werden muss. Die übrigen Serpentine sind Metaxite, welche bereits eine Umwandlung in Magnesit erkennen lassen.

Der Serpentin kann sich also bei Einwirkung von kohlensauren Quellen in Magnesit und Kieselsäure umwandeln. Dieser Process gab dann Anlass zur Bildung der erwähnten Serpentin-sandsteine und im weiteren der Lager von Hornsteinen und Jaspis in dem Serpentin von Barosklin, welche BLANCKENHORN von dort anführt. Ob freilich die Quarzite, welche in den eocänen Mergelhorizonten in der Nähe der Serpentine von Barosklin eingelagert sind, hierher gehören, kann hier nicht entschieden werden.

### 3. Durch mechanische Umlagerung entstandene Neubildungen.

Eine weitere Art von Gesteinen, die Serpentinbreccien und -conglomerate, welche im Kurdengebirge in grosser Verbreitung über den Serpentin auftreten, reiht sich den durch hydrochemische Processe entstandenen Mineralgemengen an. Sowohl die Breccien als die Conglomerate sind durch ein kalkiges Cäment, welches stellenweise mikrokrySTALLIN ist, verkittet. Die Serpentinbruchstücke der Breccien erreichen höchstens Haselnussgrösse (wenigstens in den mir vorliegenden Probestücken), meist sind sie so klein, dass sie nur bei genauer Betrachtung mit unbewaffnetem



Auge erkannt werden können. Im ersten Augenblicke machen diese Fragmente den Eindruck von serpentinisirter vulkanischer Asche. Bei eingehender Untersuchung zeigt sich aber, dass dies nicht der Fall sein kann, dass vielmehr diese Serpentinbruchstücke als solche mit diesem Kalke zugleich abgelagert wurden. Einzelne der grösseren Fragmente sind nämlich von Chrysotil- und Metaxitadern durchzogen, und die Adern setzen gegen den umgebenden Kalk scharf ab. Auf den ersten Blick sieht man, dass sie schon bestanden haben, ehe diese Fragmente in dem Kalk abgesetzt wurden. Dasselbe konnte ich auch in den Rollstücken beobachten. In einem Theile dieser Breccien sind z. Th. noch gut erhaltene Reste von Foraminiferen (*Textularia*, *Operculina* und *Orbitoides*) vorhanden.

In einzelnen Serpentin-Fragmenten hat sich Limonit eingelagert, und zwar scheint dieser Limonit im Stande zu sein, das Magnesiahydrosilicat vollständig zu verdrängen. In einem Dünnschliff eines Serpentin-Rollstückes, welches schon durch seine braunrothe Farbe auffiel, ist der Serpentin fast vollständig verschwunden; an seine Stelle sind grösstentheils Limonit und etwas Calcit getreten. Die ursprüngliche Maschenstructur dieses Serpentin ist noch deutlich erkennbar, indem die Balken meist aus Limonit bestehen, während die Felder oft vom Calcit eingenommen sind, oder es sind noch Reste von Serpentin vorhanden, welche aber bereits durch Limonit getrübt sind.

Die Ophicalcite AINSWORTH's und RUSSEGGER's, welche nach diesen beiden Forschern die Serpentine Nord-Syriens stellenweise begleiten, sind offenbar nichts anderes als derartige Serpentinbreccien.

Aehnliche Gesteine, wie diese beschriebenen Neubildungen, begleiten auch die Serpentine von Monte ferrato (Prato). CAPACCI (14, Sep.-Abdr., p. 31) berichtet von einer Reihe von Gesteinen (Jaspisarten, Schieferthonen und tertiären Kalken), welche an die Serpentine angrenzen. Zwar führt er diese Gebilde als Roccie di contatto an, meint aber damit nicht, dass dieselben durch Contactmetamorphose im gewöhnlichen Sinne entstanden seien, sondern führt sie, ohne ein entgültiges Urtheil abzugeben, auf spätere hydrochemische Processe zurück.

## V. Eruptivgesteine,

welche mit den Gabbros und den Serpentin in keiner Beziehung stehen.

Anhangsweise möge hier noch eine kleine Serie von Gesteinen erwähnt werden, welche, streng genommen, nicht zu den beschriebenen Gabbros und Serpentin gehören. Es sind dies



hauptsächlich Diabase, welche im Bereiche des Casius vorkommen. Wenn auch in anderen Serpentin- und Gabbrobezirken, z. B. in Italien ein Uebergang zwischen den Gabbros und den Diabasen stattfindet, so glaube ich, diese letzteren in dem nord-syrischen Bezirke ebenso von den Gabbros streng scheiden zu müssen, wie das BERGEAT (3, Sep.-Abdr., p. 24) bei seinen cyprischen Vorkommen gethan hat.

Die syrischen Diabase sind sehr feinkörnige Gesteine, welche, soweit ich nach den mir vorliegenden Gesteinsproben urtheilen kann, von wesentlich aciderem Charakter sind, als die Gabbros. Ueber ihre Lagerung ist mir leider nichts Näheres bekannt. Demnach sind genaue Altersangaben bezüglich der Eruptionen dieser Diabase nicht zu machen. Ich muss mich deshalb darauf beschränken, eine kurze Beschreibung dieser Gesteine zu geben.

Ein hellgraues, feinkörniges Gestein aus dem Thal des Nahr Fauwar, einem kleinen linken Nebenfluss des Orontes, welcher wenige Kilometer unterhalb Antiochia mündet, erwies sich bei mikroskopischer Untersuchung als ein typischer Diabas, dessen Bestandtheile bereits eine Umwandlung in viriditische Substanz und Epidot erkennen lassen. Der Feldspath zeigt, soweit er noch erhalten, leistenförmige Ausbildung. Seiner Auslöschungsschiefe nach, welche etwa  $16^{\circ}$  auf M beträgt, ist es ein Labrador, welcher bereits den Andesinen nahe kommt. Bemerkenswerth ist das Auftreten von grobkörnigen, magmatischen Ausscheidungen in diesem Gestein, welche der Hauptsache nach aus Augit und etwas Plagioklas bestehen. Ein ähnliches Gestein, welches aus der Umgegend von Kesab am Dschebel 'Akrah stammt, ist ein Uralitdiabas, welcher sich nur in der Art der Zersetzung seiner Bestandtheile von den anderen unterscheidet. Ein bräunlicher Diabas, welcher bei Lādkiye an der neuen Strasse nach Aleppo, etwa 15 Min. von der Stadt entfernt anstehend geschlagen wurde, zeigt reichliche Epidotbildung, dementsprechend sind auch die Gesteinscomponenten nicht mehr besonders frisch. In diesem Gestein finden sich kleine rundliche Partien von weisslicher Farbe, welche aus Calcit und Zeolithen bestehen.

Gemeinsam ist allen diesen Diabasen ophitische Structur, der Feldspath ist stets leistenförmig entwickelt und zeigt meist einfache Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz. Seiner Auslöschungsschiefe von  $16^{\circ}$  auf M nach ist es ein Labrador. Der Augit ist bei allen diesen Gesteinen nur sehr schlecht erhalten. Es scheint, dass diese Diabase in Nord-Syrien nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Im Anschluss an diese Diabase möchte ich hier noch ein interessantes Gestein erwähnen, welches zwar aus dem Gabbro-

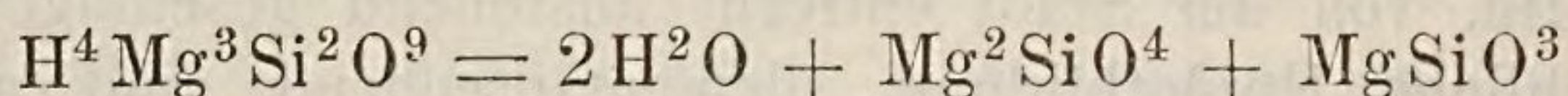


bezirk stammt, aber seiner petrographischen Beschaffenheit nach zu den Basalten zu rechnen ist. Es ist ein dunkelbrauner dichter Magmabasalt von Restin östlich von Lādķīje. Dieses Gestein besteht aus einem prismatisch entwickelten Augit, einer bereits entglasten Basis, Hornblende und Olivin, welcher mehr oder weniger vollständig in Chlorit umgewandelt ist. Der Olivin zeigt automorphe Ausbildung, ist aber seiner Grösse nach nicht als Einsprengling zu betrachten. Nur vereinzelte Augite erreichen grössere Dimensionen, doch sind dieselben zu selten, um dem Gestein eine mikroporphyrische Structur zu ertheilen. Die entglaste Basis ist zwischen die leistenförmig ausgebildeten, farblosen Augite und die Hornblendeleistchen eingeklemmt, wodurch die typische Zwischenklemmungsstructur entsteht. Auch von diesem Magmabasalt kann ich keine Angaben über Alter und Lagerungsverhältnisse machen.

### Anhang.

Dieser Arbeit füge ich noch eine Notiz über die Ergebnisse einiger Schmelzversuche an, welche ich im Anschluss an meine Untersuchungen mit den Serpentin ausgeführt habe. Die Versuche DAUBRÉES, welcher durch Schmelzen von Serpentin die wasserfreien Silikate Olivin und Enstatit regenerirte, veranlassten mich, auch mit den nordsyrischen Serpentin derartige Versuche anzustellen, hauptsächlich um zu sehen, ob diese zum Theil chemisch verschieden zusammengesetzten Serpentine auch verschiedenartige Schmelzproducte liefern.

DAUBRÉE (17, p. 661) zeigte, dass der Serpentin beim Erhitzen bis zum Schmelzen sein Constitutionswasser abgibt und sich wasserfreie Magnesiasilikate in Form von Olivin und Enstatit bilden nach der Formel:



CLARKE und SCHNEIDER (15, p. 398) haben durch spätere Versuche die Ergebnisse DAUBRÉES bestätigt.

Wenn auch die von mir ausgeführten Schmelzversuche im Wesentlichen zu demselben Resultat, nämlich zu dem, dass eine Regeneration stattfindet, geführt haben, so glaube ich doch, dass dieselben insofern Erwähnung verdienen, als sich in Bezug auf die Natur der neugebildeten Mineralien ein etwas abweichendes Resultat ergeben hat, was wohl einerseits durch das unreine Material, andererseits durch die verschiedenen Methoden der Schmelzung bewirkt wurde.

Die ersten Versuche, welche ich im physikalischen Institut der Universität Erlangen nur mit kleinen Splittern der betreffenden



Serpentine mit dem Knallgasgebläse ausführte, ergaben bereits das Resultat, dass trotz des raschen Erkaltens der Schmelzmasse ein krystallinisches Product entstand, welchem allerdings noch Glasbasis beigemengt ist. Dünnschliffe dieser Schmelzproducte lassen ein Aggregat von Leistchen eines rhombisch orientirten Minerals erkennen, zwischen welche eine braune Glasbasis eingeklemmt erscheint. In dem braunen Glas sind vielfach Magnetitkörnchen eingelagert, in Folge deren das Glas stellenweise noch dunkler gefärbt ist. Es scheint, dass das meiste Eisen, welches in dem Serpentin enthalten war, in der Glasbasis aufgenommen wurde und zwar z. Th. als Magnetit, z. Th. als Eisensilikat.

Da die mineralogische Natur der rhombischen Leistchen wegen ihrer Kleinheit nicht mit Bestimmtheit erkannt werden konnte, so versuchte ich durch grössere Versuche ein aus grösseren Einzelindividuen bestehendes Schmelzproduct zu erhalten. Die Versuche, welche ich im chemisch-technischen Laboratorium der technischen Hochschule in Stuttgart mit dem electrischen Bogenofen machte, hatten den gewünschten Erfolg. Die auf diese Weise erhaltenen Schmelzproducte bestehen aus einem Aggregat von Enstatit-Individuen, welche in Folge der gleichzeitigen Erstarrung xenomorphe Ausbildung besitzen.

Im Dünnschliff zeigen diese unregelmässig umgrenzten Einzelindividuen eine Absonderung nach zwei verschiedenen Richtungen, welche nahezu senkrecht zu einander stehen. Diese Eigenthümlichkeit spricht entschieden für einen Enstatit, in welchem die Absonderung nach  $\infty \bar{P} \infty$  und  $\infty \bar{P} \infty$  deutlich entwickelt ist. Olivin ist nicht zu beobachten; das entstandene Silikat hat eine für Olivin viel zu schwache Doppelbrechung.

Es ist auffallend, dass trotz der im electrischen Bogenofen gegebenen Möglichkeit der Reduction nicht der basischere Olivin sich gebildet hat, sondern Enstatit.

Durch die Behandlung des gepulverten Schmelzproductes mit Salzsäure wurde die Bildung von Carbiden nachgewiesen, indem sich bei dieser Operation ein deutlicher Harzgeruch bemerkbar machte, ein Beweis, dass sich Kohlenwasserstoffe entwickelten. Offenbar hat sich bei der Schmelzung Magnesiumcarbid nebenher gebildet. Die Thonerde, welche in diesen Serpentinien enthalten war, scheint in der Glasbasis enthalten zu sein.

### Resultate.

Fassen wir am Schlusse dieser Arbeit die erhaltenen Resultate zusammen, so ergeben sich folgende Punkte.

1. Die Serpentine Nord-Syriens sind aus Gabbros und den diese letzteren begleitenden Peridotiten hervorgegangen, und zwar



nicht nur aus Peridotiten und Olivingabbros, sondern auch aus olivinfreien Gabbrogesteinen, welche sämmtlich mit einander auf's Innigste verknüpft waren, indem sie Faciesbildungen der Eruptionsproducte eines Vulcanherdes darstellen.

2. Die Serpentinisirung nimmt stets ihren Anfang bei den olivinhaltigen Gesteinen.

3. Die Umwandlung der Gabbros in Serpentin wird durch die Verdrängung der Bestandtheile des Feldspaths durch das Magnesiahydrosilikat ermöglicht.

4. Olivinfreie Gabbros wandeln sich nur dann in Serpentin um, wenn Magnesiumsilikatlösungen in das Gestein von aussen, d. h. von benachbarten serpentinisirten Olivingesteinen, eindringen können.

5. Der Feldspath geht bei diesem Processe erst in eine pseudophitartige Substanz über, welche sich allmählich durch Verdrängung der chloritischen Mineralien in reinen Serpentin umwandelt.

### Resultate.

Die Resultate dieser Arbeit sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst, so ergaben sich folgende Punkte:



## Lebenslauf.

---

Verfasser dieser Arbeit, LUDWIG FINCKH, prot. Confession, wurde am 13. Mai 1871 zu Stuttgart geboren als der Sohn des † Kaufmanns ERNST JULIUS FINCKH und dessen Ehefrau MARIE, geb. GROSS. Nach Besuch des kgl. Eberhard-Ludwigsgymnasiums bis 1883 und des kgl. Realgymnasiums in Stuttgart von 1883 bis 1887 widmete er sich dem pharmaceutischen Berufe, unterzog sich 1890 in Stuttgart dem ersten Examen und immatrikulierte sich nach Ablauf der Konditionsjahre im W.-S. 1893/94 an der kgl. Maximilians-Universität in München. S.-S. 1894 bezog er die kgl. technische Hochschule in Stuttgart und absolvierte dort im S.-S. 1895 das pharmaceutische Staatsexamen. Seit W.-S. 1895/96 widmete sich der Verfasser dem Studium der Geologie an der kgl. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen.

---

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinen hochverehrten Lehrern Herrn Professor Dr. LENK und Herrn Privatdocent Dr. BLANCKENHORN für die freundliche Unterstützung, welche sie mir bei meiner Arbeit gewährten, meinen besten Dank zum Ausdruck zu bringen. Auch den Herren Professoren Dr. WIEDEMANN in Erlangen, und Dr. HÄUSSERMANN in Stuttgart fühle ich mich zu Dank verpflichtet für ihr freundliches Entgegenkommen, durch welches die Schmelzversuche der Serpentine ermöglicht wurden.

---







### Erläuterung der Tafel I.

- Figur 1. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 2. Dasselbe; in einem Gipsabdruck aus Kerkira (nach dem Original). Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 3. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 4. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 5. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 6. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 7. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 8. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 9. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.
- Figur 10. Ikonostas mit goldenen Vorhängen, bei Kerkira (sekundäre Neufassung durch Birk), Grab von Antiochia. Vorh. Vorh. & Hosen. Ol. II. Obj. 4. — pag. 82.



### Erklärung der Tafel I.

Figur 1. Plagioklas mit gebogenen Lamellen, bei gekreuzten Nikols (sekundäre Zwillingsbildung durch Druck); Gabbro von Antiochia. Vergr. VOIGT & HOCHG. Ok. II, Obj. 4. — pag. 99.

Figur 2. Dasselbe; in einem Gabbrogerölle vom Kurdengebirge (westlich von Kartal). Ok. II, Obj. 4. — pag. 103.

Figur 3. Pseudomaschenstructur, bei gekreuzten Nikols; Serpentin vom Kurdengebirge. Ok. II, Obj. 3. — pag. 110.

Figur 4. Pseudomaschenstructur mit dunkelen Balken, bei gekreuzten Nicols; Serpentin vom Kurdengebirge. Ok. II, Obj. 4. — pag. 110.

Figur 5. Uebergang des durch Pseudomaschennetz charakterisirten Serpentin in parallelfaserigen Metaxit, bei gekreuzten Nikols; Serpentin vom Kurdengebirge. Ok. II, Obj. 4. — pag. 111.

Figur 6. Umwandlung des Feldspaths; am Rande Olivinserpentin; Zwickelstructur, bei gekreuzten Nikols; Serpentin von Lādkiĵe. Ok. II, Obj. 3. — pag. 121.

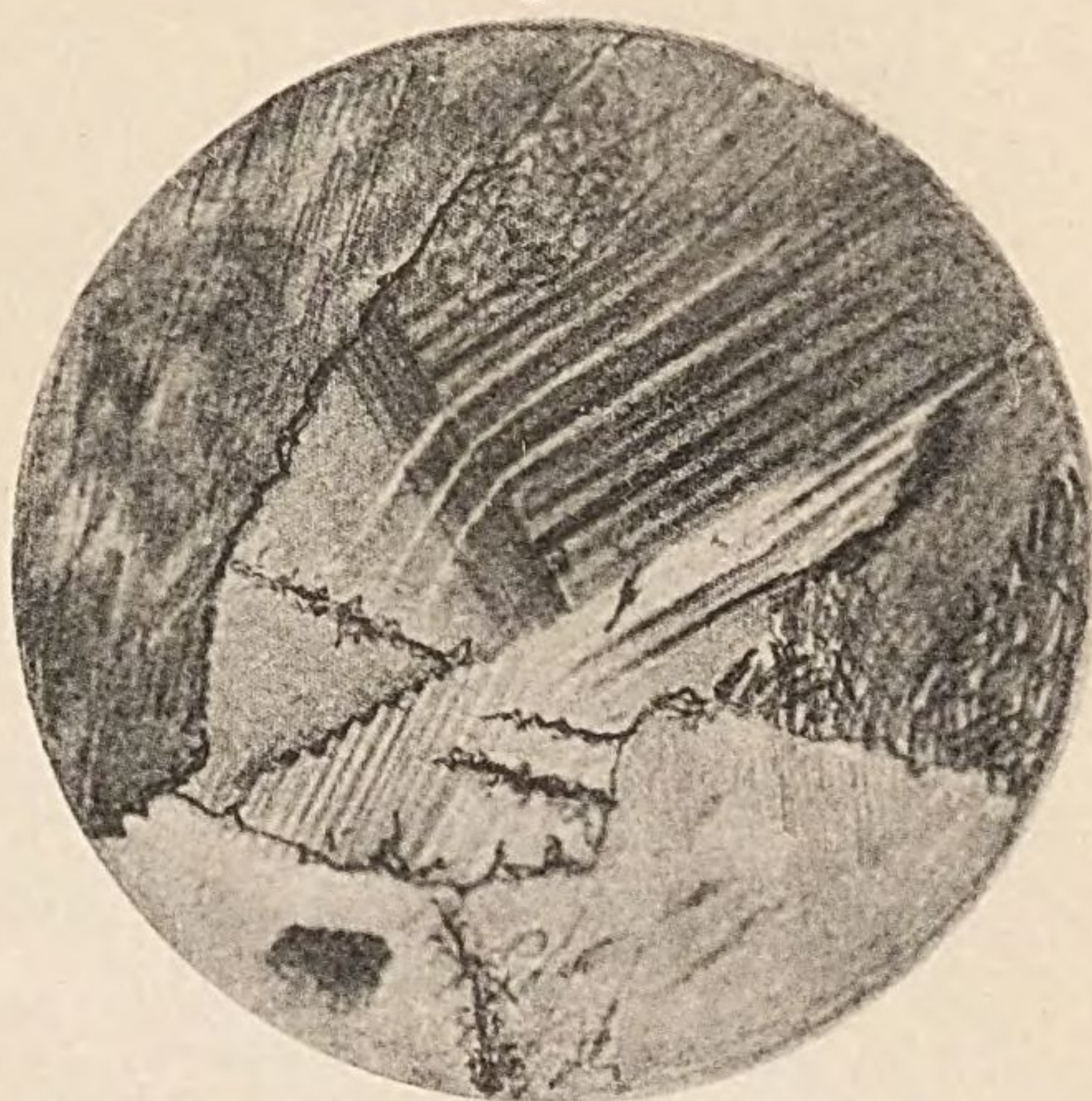
---



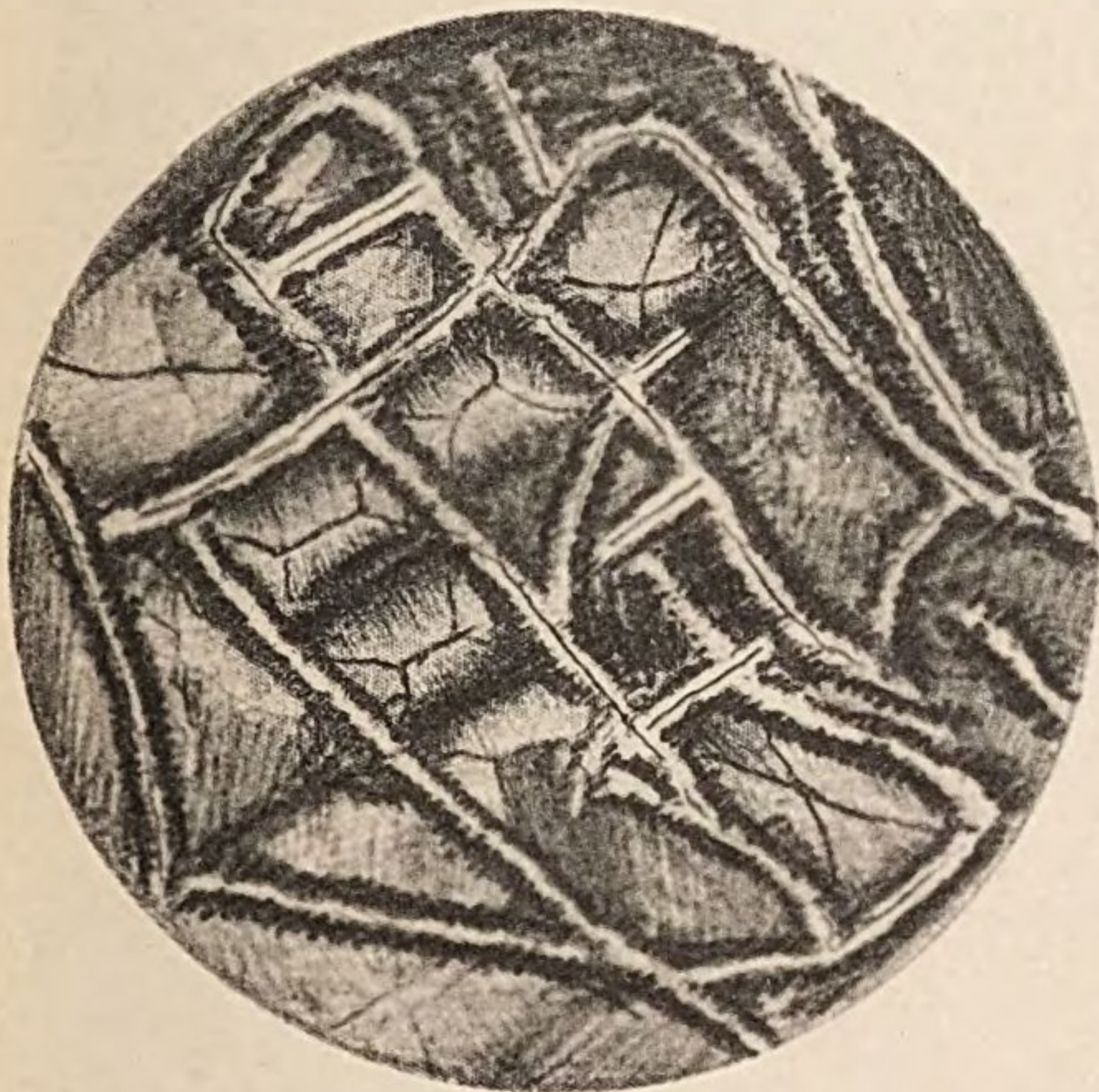
1



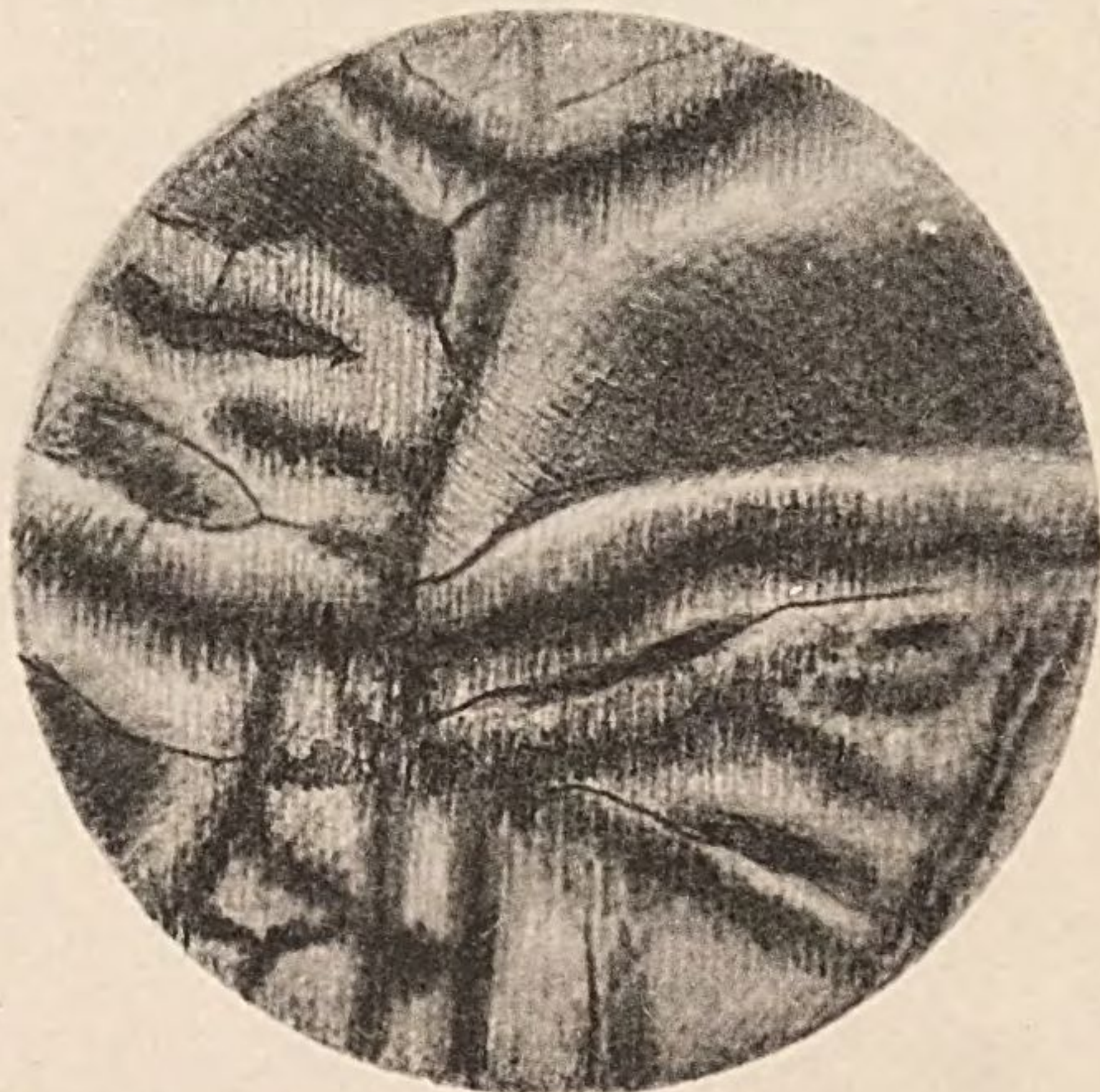
2



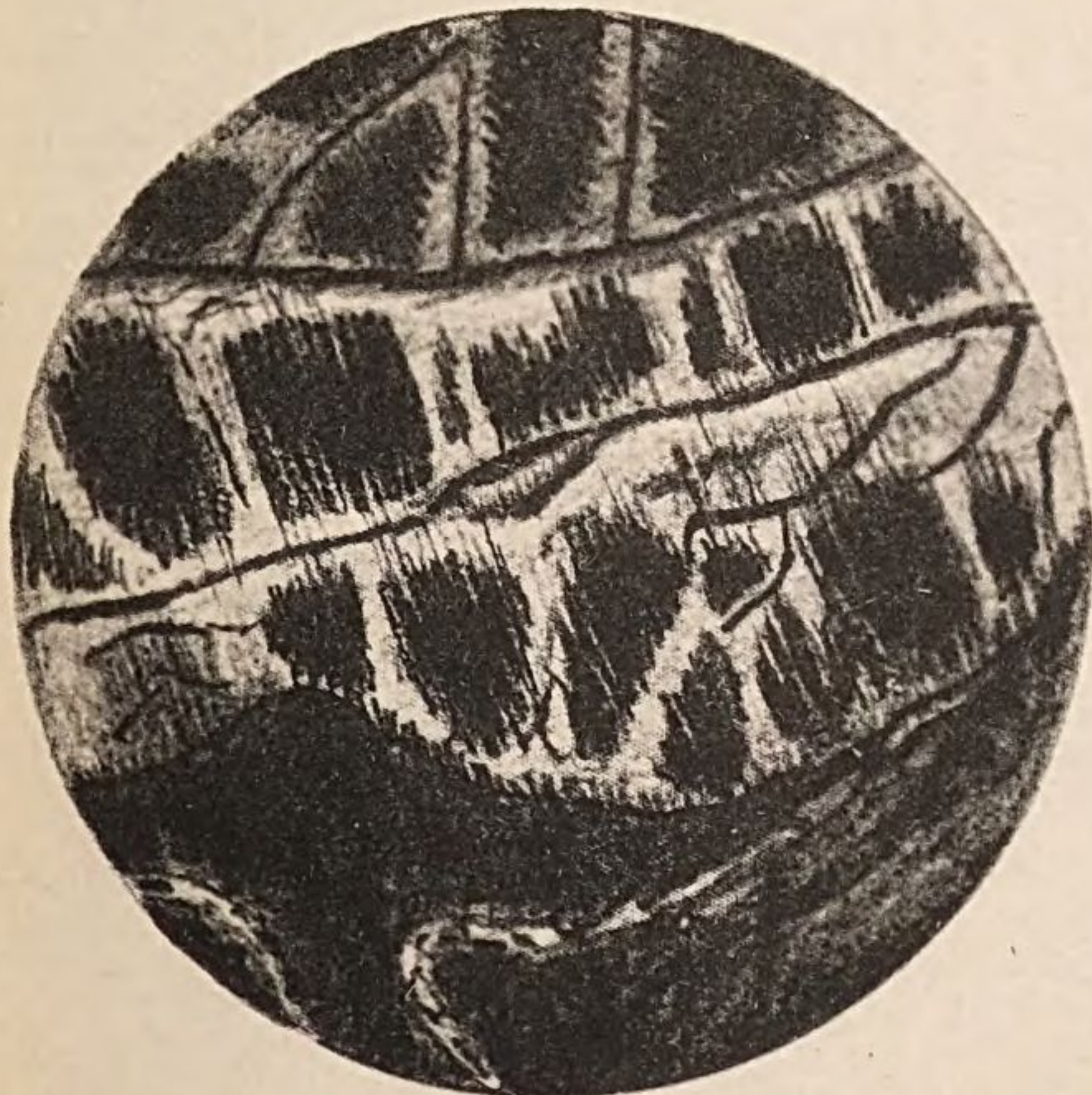
3



4



5



6









Finckh, Ludwig,

Beiträge zur Kenntniss der Gabbro- und Serpentinegesteine von Nord-Syrien

Berlin 1898

Lith. 166 gi

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11867541-8